

**Четвертый «step»** («White Point» — «Белая точка») — интерфейс аппаратной настройки цветовой температуры белой точки при помощи «RGB gain» передней панели дисплея.

После нажатия кнопки «Start» программа производит последовательное измерение четырех патчей, задаваемых соответственно значениями 255 0 0, 0 255 0, 0 0 255 и 255 255 255. Колориметрические данные промеров не отображаются (отображается только величина светимости белой точки в cd/m<sup>2</sup> — Current Luminance), но они необходимы программе для расчета позиций контрольных стрелок Recommended Adjustment.

Позиции контрольных стрелок Recommended Adjustment подсказывают пользователю направление движения ползунков «RGB gain» на передней панели дисплея для достижения цветовой температуры 6500K.

Критерием попадания в 6500K является не числовое значение, отображаемое в Current Temperature (оно имеет точность ±100K), и даже не появление флагка в зеленом кружке, а точное расположение контрольных стрелок Recommended Adjustment на одной вертикальной линии (рис. 53).



Рис. 53.

Если в дисплее нет «RGB gain», а есть только упрощенный вариант «Color Temperature», то нужно попытаться, двигая его ползунок, привести стрелки Recommended Adjustment к одной вертикальной линии настолько близко, насколько это возможно.

В данном степе также важны строки «Current Luminance», «Expected Luminance» и флагок «Desired Luminance».

Строка «Current Luminance» (текущая энергетическая яркость) информирует пользователя о том, какова энергетическая яркость белой точки в данный момент.

Строка «Expected Luminance» (предполагаемая энергетическая яркость) информирует пользователя о том, какова будет энергетическая яркость белой точки, когда пользователь добьется желаемой цветовой температуры, манипулируя «RGB gain». Когда желаемая цветовая температура будет достигнута, значение «Expected Luminance» станет равно «Current Luminance».

Флагок «Desired Luminance» (требуемая энергетическая яркость) дает возможность достичь нужного значения за счет «RGB Gain» — то есть аппаратно. При настройке монитора как полифункциональной системы этот флагок должен быть снят. Пользоваться данной услугой следует только при настройке монитора с фиксированными параметрами настройки (см. ниже).

*Пятый «step»* — последовательный промер серии цветовых патчей и приведение зависимости изменения интенсивности кардинальных стимулов к степенной функции.

После нажатия кнопки «Start» программа последовательно выдает на экран серию из 14 контрольных патчей, заданных следующими соотношениями интенсивности кардинальных стимулов:

Колоранты	«Черный»	«Серые»	Белый
255 0 0			
0 255 0			
0 0 255			
0 0 0	«Черный»		
25 25 25		«Серые»	
51 51 51			
76 76 76			
102 102 102			
127 127 127			
153 153 153			
178 178 178			
204 204 204			
229 229 229			
255 255 255	Белый		

По завершении промеров выполняется расчет и внесение изменений в LUT видеокарты.

В результате этих изменений:

- общая гамма нелинейности видеосистемы приводится к требуемому значению;
- обеспечивается реальная хроматическая нейтральность «серого» градиента.

Сразу же после основного замера автоматически выполняется контрольный замер белой и черной точек, а также «серых» патчей, и вносятся уточнения (optimizing). По завершении оптимизации в LUT вносятся окончательные значения.

Затем программа предлагает вернуться к первому «шагу».

**Важное примечание:**

Если дисплей видеосистемы имеет доступный пользователю RGB bias, то настоятельно рекомендуем по завершении основной калибровки:

1. Полностью затемнить помещение, вызвать на экран Nokia Test\Brightness and Contrast, адаптироваться в течение 3-5 минут и убедиться в том, что фон и поле 1% *визуально* хроматически нейтральны. Необходимость визуального контроля продиктована тем, что инструментальный контроль не дает достоверной колориметрической информации, т.к. точность измерительных приборов резко падает в зонах низких световых энергий.

В результате выполненной инструментальной LUT-коррекции серая шкала страницы Brightness and Contrast практически на всем протяжении (за исключением глубоких теней) хроматически нейтральна, что задает устойчивую адаптацию, при которой любые хроматические сдвиги черной точки и глубоких теней становятся отчетливо видны.

2. Если есть необходимость, добиться полной *визуальной* хроматической нейтральности фона (черной точки) и поля 1%, манипулируя аппаратными значениями RGB bias и следя за тем, чтобы поле 1% оставалось визуально различимым.

3. Повторить все стадии основной калибровки, кроме первого и третьего (черная точка).

Прежде чем говорить о том, зачем нужен возврат к первому «шагу», необходимо объяснить, за счет чего происходит редактирование LUT и приведение монитора к требуемой гамме.

Изменения в LUT видеокарты вносит программа-загрузчик LUT, или, как ее еще называют, «загрузчик калибровки» («Calibration Loader»). Файл загрузчика находится в C:\Program Files\GretagMacbeth\ProfileMaker Professional 5.x.x\Calibration Loader.exe и автоматически устанавливается в Startup (автозагрузка) операционной системы при инсталляции ProfileMaker. Однако рекомендуем проконтролировать появление загрузчика в Startup, а имеющиеся загрузчики, в частности AdobeGammaLoader, обязательно удалить.

**Примечание 1.**

До появления версии Profile Maker 4.1.5 загрузчик калибровки ориентировался на данные колориметрических промеров приведенных выше контрольных патчей. Данные промеров фиксировались (и фиксируются по сей день) в системном реестре Windows (HKEY\_CURRENT\_USER\Software\Logo\LogoCalibration\MoniCalibration\MonitorID0\Colors). Всякий раз при старте операционной системы программа-загрузчик обращалась к системному реестру, прочитывала данные промеров, рассчитывала изменения, которые необходимо внести в LUT, и затем вносила их.

От версии Profile Maker 4.1.5 и выше (Profile Maker 5.x.x) загрузчик калибровки может выполнять описанную процедуру, но вначале он обращается к активному профайлу монитора:

— если в профайле содержится vcgt, содержащий уже рассчитанные изменения LUT (см. главу «Профайл монитора и его содержимое»), загрузчик прочитывает их и загружает;

— если в профайле не содержится vcgt (к примеру, когда в качестве активного профайла используется sRGB), то изменения для LUT будут рассчитаны загрузчиком исходя из данных реестра.

Все расчеты выполняются в 16 битах, а от разрядности видеокарты зависит то, как они будут прочитаны: в 8-ми или в 10-битном варианте.

В системах Macintosh загрузчик в явном виде не используется, а данные LUT извлекаются из vcgt профайла, о чем пользователя информирует сообщение, показанное на рис. 54.



Рис. 54.

**Примечание 2.**

Напомним, изменение интенсивности кардинальных стимулов некалиброванного монитора с дисплеем высокого класса в целом описывается степенной функцией, но величина  $\gamma$  при этом может колебаться в пределах 1,9-2,8 (рис. 55).

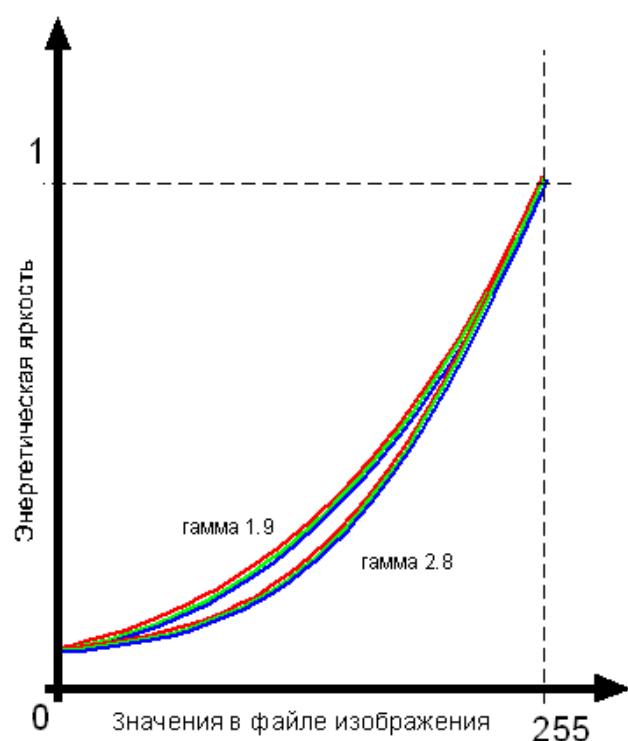


Рис. 55.

Изменение интенсивности кардиальных стимулов некалиброванного монитора с дисплеем низкого класса не описывается степенной функцией, поэтому кривые энергетической яркости по каждому кардиальному стимулу могут иметь вид, лишь слегка напоминающий степенной график (рис. 56).

С помощью «Gamma Tester» утилиты Color Lab 2.77 можно узнать, какая степенная функция имеет наибольшее приближение к кривым, описывающим реальную нелинейность монитора. Степень этой функции и будет т.н. Native Gamma («врожденная» гамма).

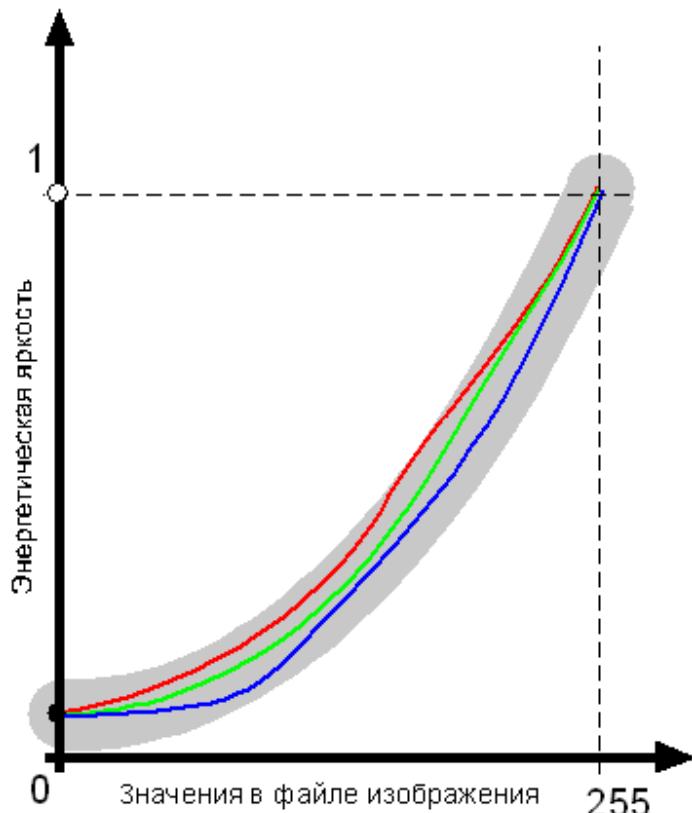


Рис. 56. Серой линией обозначена степенная кривая, имеющая наибольшее приближение к кривым, описывающим реальную нелинейность монитора.

**Примечание 3:**

С помощью утилиты «Calibration Tester» можно отследить изменения, вносимые в LUT видеокарты после калибровки. Расчеты коррекции LUT, выполненные загрузчиком, будут показаны в 16-битном представлении в двух вариантах: в виде графика (слева) и в виде собственно таблицы (справа) (рис. 57).

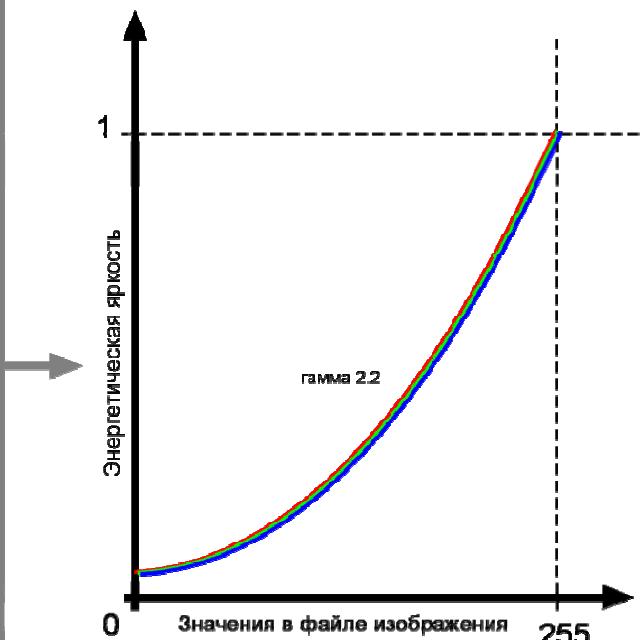
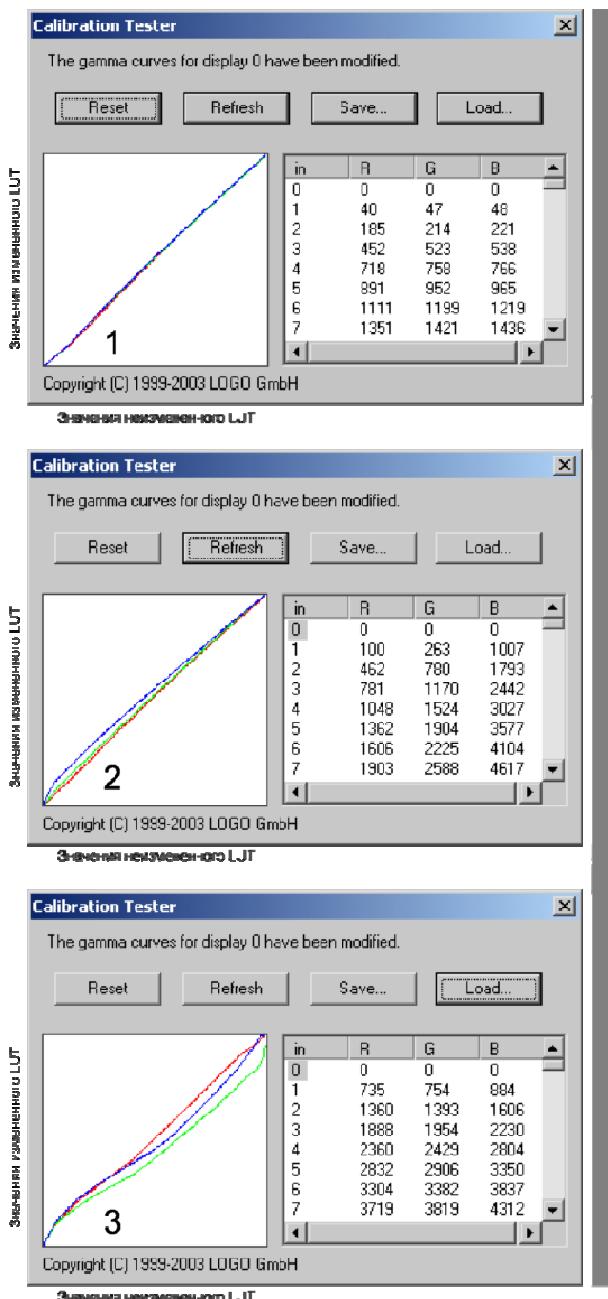


Рис. 57. Кривые LUT видеосистемы с высококлассным CRT-дисплеем SONY GDM F520 (1), кривые LUT видеосистемы с CRT-дисплеем среднего класса Iiyama VisionMaster Pro 451 (2), кривые LUT видеосистемы с LCD-дисплеем низкого класса ViewSonic VE700 (3), приводящие видеосистемы к функции нелинейности изменения интенсивности кардиальных стимулов  $\gamma=2,2$ . Из графиков хорошо видно, что для приведения второй и третьей видеосистем к  $\gamma=2,2$  потребовались выраженные изменения LUT, но результат настройки одинаковый во всех трех случаях (показан на правом графике).

Особое внимание обращаем на то, что **графики слева не являются графиками тонопередачи мониторов**: по оси абсцисс отложены значения, посылаемые на видеокарту операционной системой, от 0 до 255 (65535); по оси ординат — значения измененного LUT в том же диапазоне. **Данные графики и таблицы демонстрируют характер изменений, вносимых в LUT, и не более того.**

Итак, возврат к первому «степу» необходим для того, чтобы сохранить основные калибровочные настройки монитора в виде текстового референса, воспользовавшись кнопкой «Стрелка в папку».

На этом основная калибровка монитора как полифункциональной системы заканчивается. Теперь можно приступать к созданию пользовательских настроек, при котором дополнительные инструментальные измерения уже не потребуются.

Для создания пользовательских настроек первый «степ» позволяет:

— программно уравнять цветовую температуру (цветность) и светлоту белой точки со светлотой и цветностью эталонной белой поверхности, освещенной лампой просмотрового места. Методику такого уравнивания мы рассмотрим ниже;

— сохранить полученные настройки (пользовательские) в виде текстового референса.

Текстовый референс, в котором оператор сохраняет основные и пользовательские калибровочные настройки монитора, содержит параметры двух категорий.

#### Информационные параметры:

— данные о координатах XYZ опорного белого света, с которым была уравнена белая точка монитора (6500K);

— величина гамма, к которой была приведена функция изменения интенсивности кардинальных стимулов (2,2);

— цветовые координаты измеренных патчей в системе CIE XYZ, на основании которых загрузчик рассчитывает данные для поправок, вносимых в LUT.

#### Исполняемые (пользовательские) параметры:

— данные о пользовательских (*требуемых*) характеристиках белой точки и о величине гамма.

Исполняются при загрузке референса (кнопка «Load Reference»). Необходимые показатели достигаются только за счет изменений в LUT видеокарты.

Пользователь может произвести программную настройку белой точки монитора в разных вариациях: с разным уровнем энергетической яркости, разной цветовой температурой (кнопка «White Point»), последовательно сохраняя каждый из вариантов отдельным текстовым файлом, то есть отдельным референсом.

При другом варианте действий однажды созданный референс редактируется в текстовом процессоре и каждая редакция сохраняется отдельным файлом.

Содержимое текстового референса и его расшифровка в таблице.

MonitorID0 = {			
Intensity =	0.95000000000000007	Исполняемый параметр	Доля интенсивности излучения белой точки от аппаратно-установленной интенсивности, достигаемая за счет LUT
Kelvin =	6500	Информационный параметр	Требуемая цветовая температура
Gamma =	2.2000000000000002	Исполняемый параметр	Требуемая гамма
hasLuminance	true	Информационный параметр	Указывает на то, задействованы (true) или нет (false) пользовательские настройки яркости.
targetLuminance	86.54000000000006	Информационный параметр	Целевая яркость

statusLuminance	86.540000000000006	Информационный параметр	Информирует пользователя о том, какова энергетическая яркость белой точки при данном значении Intensity
WhiteX =	82.81999999999993	Исполняемый параметр	Требуемые цветовые координаты белой точки монитора, достигаемые за счет LUT
WhiteY =	86.540000000000006		
WhiteZ =	79.290000000000006		
CustomX = CustomY = CustomZ =	95.040000000000006 100 108.89	Информационный параметр	Цветовые координаты пользовательской белой точки («Paper White») Для того чтобы эти параметры вступили в силу, необходимо заменить ими значения пользовательских цветовых координат белой точки (WhiteX =, WhiteY =, WhiteZ =), а затем перегрузить референс. Если кнопка «Set Paper White...» ни разу не была задействована, сюда прописываются цветовые координаты, соответствующие выбранной цветовой температуре 6500К.
whitePointType	2	Информационный параметр	Тип белой точки.
MonitorID =	0		
Version =	102	Информационный параметр	
Date =	29.05.2004	Информационный параметр	Дата
UseReference =	false	Информационный параметр	
ReferenceGamma =	2.2000000000000002	Информационный параметр	Гамма, к которой был приведен монитор
ReferenceKelvin =	6500	Информационный параметр	Цветовая температура белой точки, которая была выбрана при основной калибровке.
ReferenceX =	82.81999999999979	Информационный параметр	Абсолютные цветовые координаты, к которым была приведена белая точка монитора при основной калибровке.
ReferenceY =	86.53999999999992		
ReferenceZ =	79.29000000000002		
ReferenceHas Luminance	true		
ReferenceTarget Luminance	86.53999999999992		Энергетическая яркость белой точки при основной калибровке.
ReferenceDisplay Type	1		Тип дисплея, который был выбран при основной

			калибровке 1 — CRT 2 — LCD
ReferenceFile =	D:\\Monitor_calibration_current\\i1\\Custom_29-05-04.txt	Информационный параметр	Путь к референсу
DisplayType	1	Информационный параметр	Тип дисплея, который был указан при пользовательской калибровке
LCDBrightnessMode	0	Информационный параметр	Вариант настройки яркости опорного белого света в видеосистемах с LCD-дисплеями.
Count =	14	Информационный параметр	Количество измеряемых патчей
RowLength =	3	Информационный параметр	
DataType =	1482250784	Информационный параметр	Тип данных. Информация сугубо служебного характера.
INSTRUMENTATION =	"Spectrolino"	Информационный параметр	Марка измерительного инструмента
MEASUREMENT_SOURCE =	"Illumination=Emission ObserverAngle=2° Filter=None"	Информационный параметр	Параметры измерения
Colors ={			
A1 =	42.7300 23.3700 2.2300	Первичные исполняемые параметры	Цветовые координаты контрольных патчей. Пользователь может вносить изменения в них, если считает, что измерения того или иного патча были выполнены неточно, или если хочет опосредованно редактировать содержимое LUT. Инструментом непосредственной редакции LUT является последняя версия CalibrationTester.
A2 =	27.3100 56.6200 9.3700		
A3 =	13.2300 6.9500 68.2100		
B1 =	0.3000 0.2800 0.2800		
B2 =	1.0200 1.0200 0.9400		
B3 =	2.9300 2.9600 2.6700		
C1 =	6.1200 6.2700 5.6400		
C2 =	10.8900 11.2700 10.2500		
C3 =	17.2900 17.9800 16.2900		
D1 =	26.0500 27.2200 24.8700		
D2 =	36.5300 38.2000 34.8700		
D3 =	49.7900 52.1300 47.6400		
E1 =	65.0200 68.0000 62.2600		
E2 =	82.8200 86.5400 79.2900		
}			

Загрузка текстового референса может быть выполнена по-разному, что приводит к разным результатам.

Загрузка при помощи кнопки «Стрелка из папки» выполняется при условии неизменности аппаратных настроек дисплея в случае переустановки операционной системы. При данном способе загрузки автоматически учитываются все параметры референса и все его

содержимое автоматически прописывается в системный реестр Windows. При этом восстанавливаются выбранные параметры основной калибровки монитора.

*Загрузка при помощи кнопки «Load Reference»* выполняется для установки параметров пользовательской калибровки. Данные промеров при этом игнорируются (они уже взяты из системного реестра), поэтому после переустановки операционной системы загрузка референса с помощью данной кнопки не приводит к изменениям в LUT, в системный реестр ничего не вписывается, а пользователь не видит никаких изменений на экране.

### **Калибровка монитора с CRT-дисплеем при фиксированных параметрах колориметрической настройки**

Калибровку видеосистемы с фиксированными параметрами выполняют тогда, когда хотят добиться максимально возможной точности цветовоспроизведения монитором. При данном варианте калибровки пользователь неизбежно жертвует полифункциональностью монитора-колориметра, т.к. выбранные параметры устанавливаются аппаратно, изменений в них не предполагается, и LUT в этом случае отвечает лишь за гамма-приводку системы.

Рассмотрим данную схему калибровки пошагово.

1. Измерение освещенности на просмотром месте и цветовой температуры его лампы. По таблицам, приведенным ниже, определение яркостного эквивалента идеального диффузного отражателя. Установ в списке «White Point» первого «степа» полученного значения цветовой температуры.

Если измерить цветовую температуру осветителя нет возможности, но истинность цветовой температуры осветителя, указанная в спецификации просмотрового места, не вызывает сомнений, то нужное значение заносится в список «White Point» первого «степа».

2. *Первый «степ»*. В списке «Gamma» устанавливается требуемая гамма. Список «Brightness» остается неизменным — 100%. «Display Type» — CRT.

3. *Второй «степ»*. Выполняется так же, как и при полифункциональной калибровке.

3. *Третий «степ»*. Выполняется в трех возможных вариантах:

— При настройке монитора как самостоятельного цветовоспроизводящего устройства третий степ идентичен третьему степу при полифункциональной калибровке.

— При настройке монитора как цветопробного устройства черная точка должна быть предварительно инструментально уравнена по энергетической яркости (или визуально по светлоте) с черной точкой тиражного оттиска.

— При настройке монитора как слайдскан-визуализатора черную точку необходимо вывести на минимально возможную энергетическую яркость, доведя Quality Indicator до желто-зеленой стрелки (рис. 52).

4. *Четвертый «степ»*. В нем добиваются приведения цветовой температуры и энергетической яркости белой точки к требуемому значению при помощи «RGB Gain» и при поддержке позиции «Desired Luminance»: активируют флагок и задают нужное значение яркости в активном оконечнике. Положение стрелок «Quality Indicator» укажет необходимое направление изменения интенсивности кардиальных стимулов (рис. 58).



Рис. 58.

5. Пятый «степ» — последовательный промер серии цветовых патчей, приведение зависимости изменения интенсивности кардинальных стимулов с помощью LUT к степенной функции с заданной гамма, оптимизация результата.

6. Визуальный контроль колориметрического равенства белой точки монитора и белой поверхности на просмотром месте.

В случае ухода параметров белой точки монитора по цветности (который, как правило, не бывает значительным) можно вызвать первый «степ» и внести поправки в «Paper White», а в случае ухода по светлоте — отредактировать строчку «Intensity» текстового референса (тонкая доводка). Доводка будет осуществлена за счет LUT, но изменения уже не будут значительными и практически не окажут влияния на качество цветовоспроизведения.

7. Сохранение референса калибровки.

## **Особенности калибровки видеосистем с LCD-дисплеями**

Наличие источника белого света в LCD-дисплеях делает схемы основной калибровки видеосистем данного типа несколько отличающимися от схем калибровки видеосистем с CRT-мониторами.

### **Калибровка монитора с LCD-дисплеем (как полифункциональной системы)**

1. *Первый «степ»* имеет лишь одну особенность — в «Display Type» следует выбрать «LCD».

2. *Второй «степ»* — интерфейс настройки максимально возможной энергетической яркости белой точки («Contrast») по нижней границе зоны насыщения. Общий для обоих типов дисплеев.

3. *Третий «степ»* (White Point — белая точка) — интерфейс аппаратной настройки цветовой температуры белой точки при помощи «RGB gain» передней панели дисплея. Регулировка интенсивности кардиальных стимулов происходит за счет изменения жидкими кристаллами угла поляризации кардиальных стимулов. Кардиальный стимул, плоскость поляризации которого перпендикулярна плоскости поляризации общего фильтра, имеет минимальную интенсивность, и наоборот: интенсивность кардиального стимула максимальна, если его плоскость поляризации параллельна плоскости поляризации общего фильтра.

4. *Четвертый «степ»* предлагает пользователю выбрать методику настройки энергетической яркости источника света LCD-дисплея. Для полифункциональных LCD-систем выбирают первый вариант (default), который реализуется пятым «степом».

5. *Пятый «степ»*. Идентичен настройке черной точки видеосистем с CRT-дисплеями. Ориентирован на обеспечение различимости деталей в глубоких тенях изображений.

Обращаем особое внимание на то, что уровень энергетической яркости и белой, и черной точек в LCD-дисплеях зависит от интенсивности свечения источника света. Интенсивность свечения регулируется за счет позиции «Bright» на передней панели дисплея. Поэтому при установке энергетической яркости черной точки по принятому критерию энергетическая яркость белой точки окажется аппаратурно подчиненной.

О расчетном значении энергетической яркости белой точки пользователя проинформирует строчка «Expected Luminance». В дальнейшем, при возврате к первому «степу» энергетическую яркость белой точки можно регулировать (понижать) при помощи списка «Brightness» (LUT-регулировка) или за счет редакции текстового референса основной калибровки — то есть программно, сохраняя его как пользовательский референс.

6. *Шестой «степ»* — последовательный промер серии цветовых патчей, приведение зависимости изменения интенсивности кардиальных стимулов с помощью LUT к степенной функции с заданной гамма и оптимизация результата.

7. Возврат к первому «степу», создание пользовательских настроек и сохранение референсов.

### **Калибровка монитора с LCD-дисплеем при фиксированных параметрах колориметрической настройки**

Схема действий:

1. Измерение освещенности на просмотровом месте и цветовой температуры его лампы. Общий для обоих типов дисплеев.

2. Первый «*step*». В списке «Gamma» устанавливается требуемая гамма. Список «Brightness» остается неизменным — 100%. «Display Type» — LCD.

3. Второй «*step*» — интерфейс настройки энергетической яркости белой точки («Contrast») по нижней границе зоны насыщения. Общий для обоих типов дисплеев.

4. Третий «*step*» (White Point — белая точка) — интерфейс аппаратной настройки цветовой температуры белой точки при помощи «RGB gain» передней панели дисплея.

5. Четвертый «*step*» предлагает пользователю выбрать методику настройки энергетической яркости источника света LCD-дисплея. Выбирают второй вариант («Luminance Adjustment»), который реализуется пятым «*stepом*».

6. Пятый «*step*». Оптимален для отладки видеосистем данного варианта. Позволяет аппаратно достичь требуемой энергетической яркости белой точки и, соответственно, минимизировать возможные изменения в LUT.

Пользователь активизирует флажок «Desired Luminance» и выставляет нужное значение. Стрелка «Quality Indicator» укажет направление изменения яркости (рис. 59).

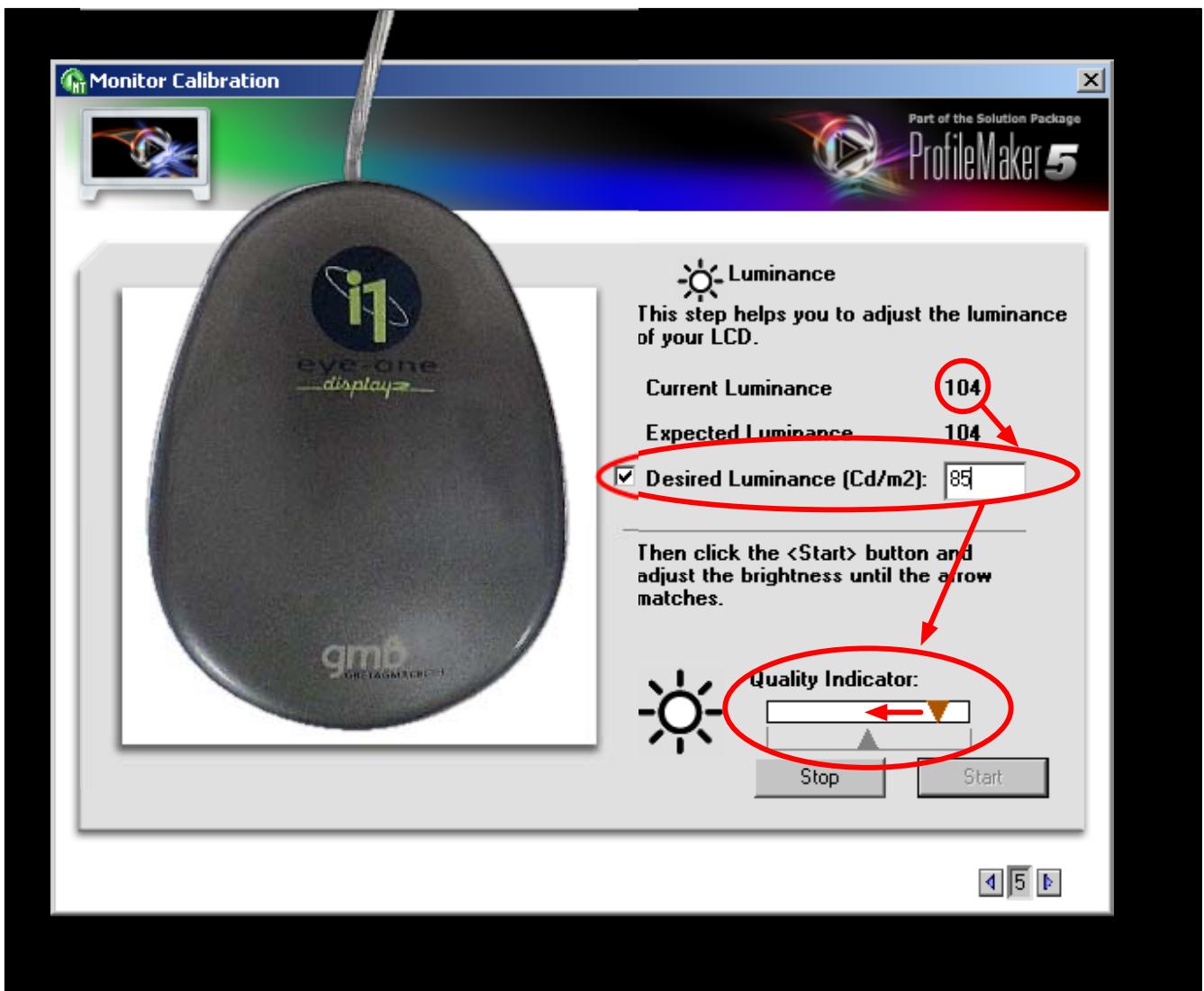


Рис. 59. (Показано наиболее удобное позиционирование измерительного прибора i1 Display II при настройке мониторов с LCD-дисплеями.)

Обращаем внимание на то, что при данной методике энергетическая яркость черной точки становится неуправляема аппаратно, и если будет выбрана низкая энергетическая яркость белой точки, то существенно понизится и энергетическая яркость черной. Последнее может повлечь за собой пропадание деталей в глубоких тенях изображений. Таким образом, отладка видеосистем данной группы требует высоких цифр энергетической яркости белой точки.

7. Шестой «*степ*» — последовательный промер серии цветовых патчей, приведение нелинейности видеосистемы с помощью LUT к степенной функции с заданной гамма и оптимизация результата.

8. Визуальный контроль колориметрического равенства белой точки монитора и белой поверхности на просмотром месте. Общий для всех типов видеосистем.

9. Сохранение референса калибровки.

## Уравнивание белых точек монитора и просмотрового места

Уравнивание цветовых координат белых точек монитора и просмотрового места — это крайне важная операция, которая, напомним, имеет целью обеспечение единства адаптации зрения по белому.

Уравнивание может быть осуществлено двумя путями:

— визуально при помощи эталонной белой поверхности;  
— инструментально при поддержке спектрофотометра EyeOne Photo и программы iShare или при помощи фотоэлектрического колориметра EyeOne Display II и программы EyeOne Match 3. Пользоваться фотографическими колориметрами для измерения цветовой температуры источников мы не рекомендуем — достаточно провести три-четыре замера подряд, чтобы убедиться в низкой точности этих приборов.

### Важное примечание:

К инструментальному уравниванию нужно относиться с большой осторожностью и определенным недоверием: инструментальное уравнивание дает существенный выигрыш во времени, но обеспечивает необходимый визуальный результат только при строгом соблюдении условий правильной организации digital darkroom. Даже самые незначительные отклонения, например, несоответствие цветовой температуры источников фонового освещения цветовой температуре просмотрового места, приводят к выраженным визуальным несоответствиям при формальном совпадении физических показателей. Как правило, инструментальное уравнивание лишь экономит время оператора, но без заключительной визуальной доводки обойтись не удается.

Уравнивание всегда должно быть полным, то есть как по координатам цветности (цветовой температуре), так и по светлоте.

Вначале уравнивание всегда выполняется, за счет изменения параметров белой точки монитора и только в случае необходимости — за счет изменения интенсивности свечения лампы просмотрового места.

**Визуальное уравнивание** потребует от оператора выбора эталонной белой поверхности. Этalonная белая поверхность должна быть максимально приближена к *условному идеальному диффузному отражателю* (не к тиражной бумаге!).

Такой отражатель должен отвечать следующим требованиям:

- идеально равномерное рассеивание отраженного света по полусфере;
- коэффициент отражения = 1;
- координаты цветности при D50-освещении (в ЦКС L\*a\*b\*): a=0 b=0.

Идеального диффузного отражателя в природе не существует, но максимально приближенными к нему СIE считает серебряную пластину, покрытую оксидом магния (MgO) или оксидом бария (BaO). Однако раздобыть такую поверхность сложно, поэтому рекомендуем найти лист высококачественной белой бумаги, не содержащей отбеливателей.

**Примечание 1:**

С помощью денситометра или спектрофотометра (программа Key Wizard 2.5) рекомендуем измерить оптическую плотность бумаги, а из полученного значения вычислить коэффициент отражения по формуле:

$$k = \frac{1}{10^D}$$

где  $k$  — коэффициент отражения;  $D$  — оптическая плотность.

Можно также с помощью Key Wizard 2.5 и Microsoft Excel измерить коэффициенты спектрального отражения по всему диапазону (Spectrum R) и усреднить результат.

**Примечание 2:**

В коробки с фирменной бумагой для струйных принтеров Epson Premium Semigloss вкладываются картонные прокладки с белой мелованной поверхностью очень высокого качества ( $L=91,06$   $a=0,17$   $b=0,08$ ; коэф. отражения 0,8014), которые можно использовать в качестве эталона.

Эталонную белую поверхность устанавливают на просмотровом месте. Если просмотровое устройство имеет функцию регулировки яркости лампы (диммер), то уровень интенсивности ее свечения вначале подбирают так, чтобы яркость белого листа была бы чуть ниже уровня зрительного дискомфорта, за которым белый лист становится уже чрезмерно светлым.

Запускают Nokia Test\Color\Белый экран.

Запускают Measure Tool\Step 1 и клавишами Alt+Tab устанавливают его интерфейс поверх белого экрана.

Measure Tool\Step 1 дает возможность как *грубого*, так и *тонкого* визуального уравнивания **за счет LUT видеокарты**. Эти два способа независимы друг от друга.

*Грубое визуальное уравнивание:*

- по цветовой температуре (координатам цветности) — это выбор в списке «White Point» значения цветовой температуры, которое указано на корпусе (или в инструкции) просмотрового устройства;
- по светлоте — это подбор нужного значения в списке «Brightness».

*Тонкое визуальное уравнивание:*

- по цветовой температуре осуществляется методом последовательных приближений с помощью редакции XYZ-параметров «Paper White» (кнопка «Set Paper White»). При этом значение в списке «White Point» должно оставаться первичным (6500K).

**Примечание:**

Цифры ЦКС XYZ неудобны, поэтому можно воспользоваться опцией «Color Calculator» программы Color Lab 2.77 и задавать значения в L\*a\*b\* или Lch (как удобнее), а вычисленные цифры XYZ заносить в параметры «Paper White».

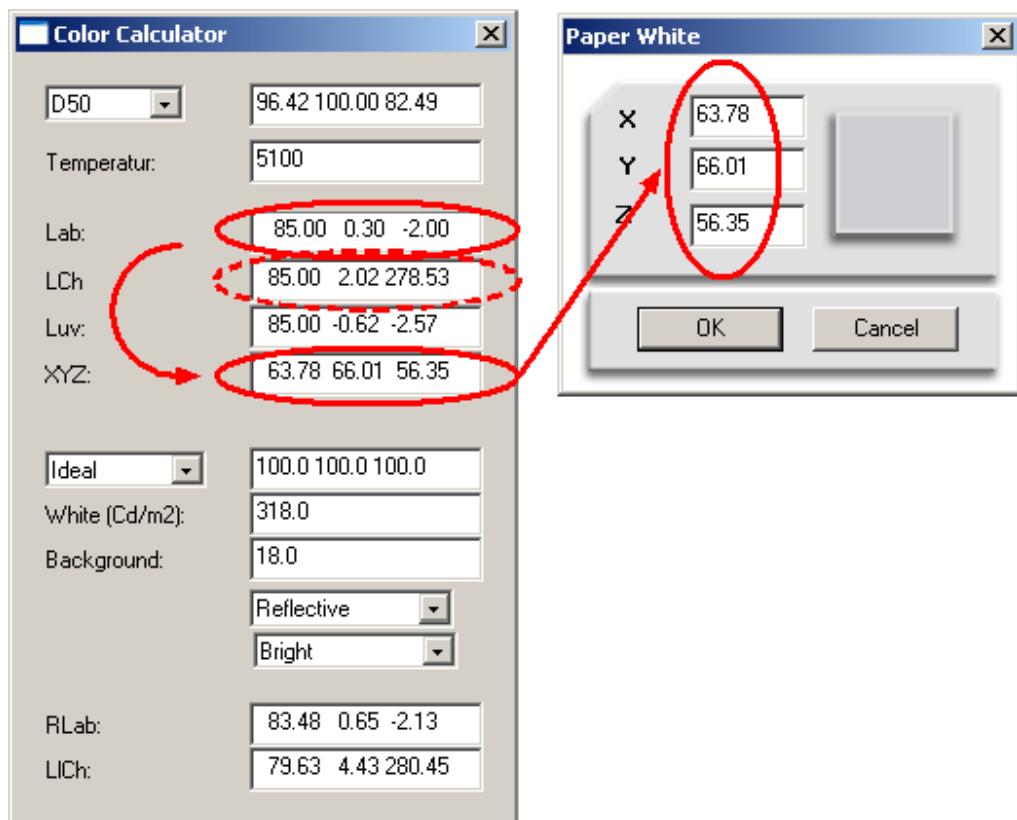


Рис. 60.

Поскольку уравнивание по цветовой температуре — это уравнивание по осям цветности, то по оси «L» можно всегда откладывать 100. Не будет ошибки, если в «Color Calculator» значение «L» не окажется равным 100 (как в нашем примере), нужно помнить, что уравнивание по светлоте с помощью «Paper White» выполнить невозможно — изменение значения «Y» не приводит к изменению энергетической яркости белой точки, а после нажатия «OK» значения возвращаются к исходным 100.

— по светлоте тонкое уравнивание выполняется за счет редактирования строки «Intensity» референсного файла в текстовом процессоре, к примеру, WordPad.

После уравнивания вводится поправка, компенсирующая поглощение части света бумагой. Для вычисления исправленного значения «Intensity» нужно значение, полученное в результате уравнивания, разделить на коэффициент отражения выбранной поверхности.

Если полученное в результате деления значение «Intensity» оказалось больше единицы, то это означает, что максимальная яркость белой точки монитора (при данной цветовой температуре) недостаточна для уравнивания. В этом случае необходимо несколько понизить интенсивность свечения лампы просмотрового устройства, а затем повторить процедуру.

Не стоит относиться с недоверием к визуальному уравниванию — в большинстве случаев именно оно дает наилучший результат.

**Инструментальное уравнивание** не требует наличия эталонной белой поверхности.

*Инструментальное уравнивание по цветовой температуре* проводится в двух вариантах.

Если измеренная цветовая температура источника соответствует одному из значений в списке «White Point» с точностью до 50К, то это значение и выбирают в списке.

Если измеренная цветовая температура лампы просмотрового места имеет некое промежуточное значение, не указанное в списке «White point» (скажем, 5300K), то в «Paper White» вносят необходимые значения XYZ. Для этого значение истинной цветовой температуры заносят в «Color Calculator» утилиты «Color Lab 2.77», а полученное значение XYZ-координат вписывают в «Paper White».

По данным XYZ в «Paper White» программа «поймет», какую цветовую температуру хочет получить пользователь (то есть произведет вычисление, обратное тому, что было сделано в «Color Calculator»).

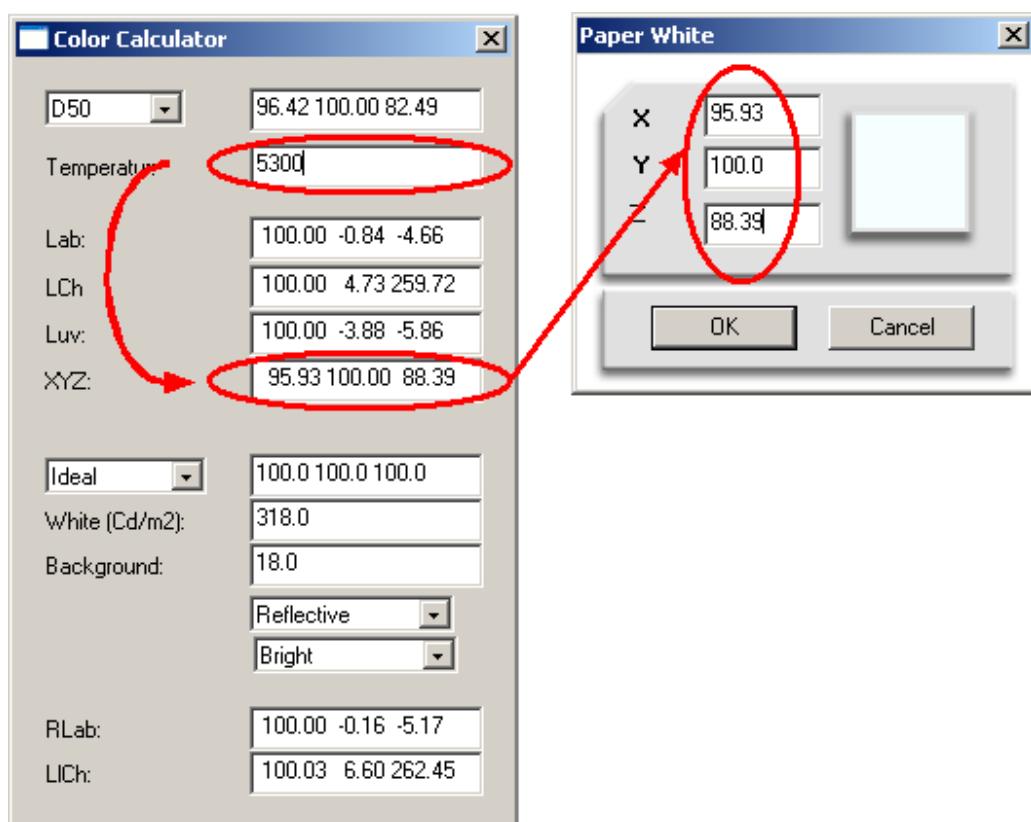


Рис. 61.

*Инструментальное уравнивание по энергетической яркости* производится так: спектрофотометр с установленным фильтром располагают так, чтобы его апертура находилась в центре плоскости просмотрового места, и плоскости апертуры и просмотрового места были бы параллельны. Производят замер освещенности с помощью iShare. Программа выдает результат замера в люксах. По таблице, приведенной ниже, определяют, какова была бы яркость идеальной белой поверхности в cd/m<sup>2</sup> при данной освещенности.

Lux → cd/m<sup>2</sup>

Lux	690	740	790	840	910	970	1000	1100	1200	1300
cd/m <sup>2</sup>	38	41	44	47	51	54	58	62	67	72

<b>Lux</b>	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2100	2200	2400	2600
<b>cd/m2</b>	77	82	88	95	100	110	120	125	130	140

**Примечание:**

Мы не приводим точную формулу расчета эквивалентной энергетической яркости из значений освещенности из-за громоздкости и неудобства в использовании.

Для большей точности настройки системы можно, меняя интенсивность свечения лампы, подогнать освещенность плоскости просмотрового устройства к ближайшему значению из таблицы. Оптимальной является освещенность 1800 lux (соответствует эквивалентной энергетической яркости идеальной белой поверхности 100 cd/m<sup>2</sup>).

**Примечание:**

При использовании промышленных просмотровых устройств освещенность 1800 lux чаще всего обеспечивается максимальной интенсивностью их лампы.

К значению, найденному в таблице, подводят значение яркости белой точки монитора, выбирая ближайшее в списке «Brightness» (грубо) и/или редактируя позицию «Intensity» в текстовом референсе (тонко) с последующей загрузкой его в интерфейсе первого «степа» Measure Tool\Monitor (кнопка «Load Reference»). Удобно располагать интерфейсы первого стена и окна текстового редактора рядом друг с другом.

Когда будет достигнуто нужное значение (что будет отражено в System Status\Luminance), редактирование референса прекращают и на него ставят атрибут Read Only.

**Пример:** при замере освещенности iShare показала 1500 lux. По таблице находим, что 1500 lux соответствуют 82 cd/m<sup>2</sup> идеальной поверхности.

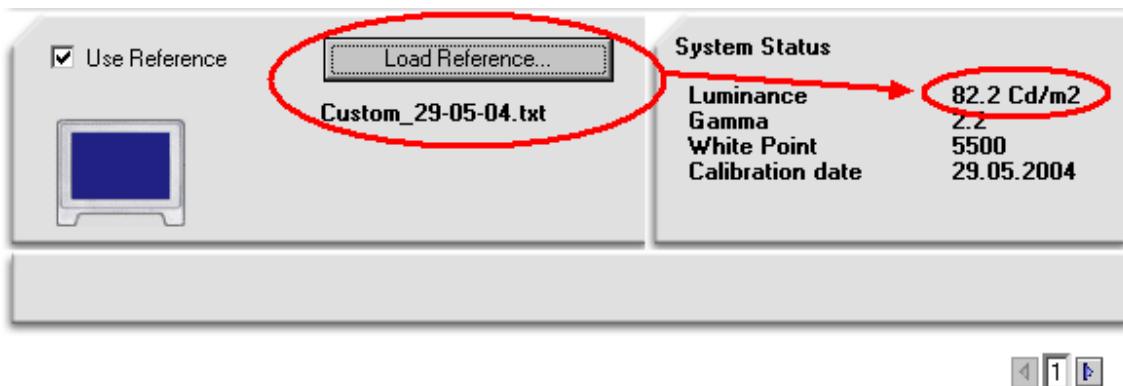


Рис. 62.

Всегда нужно помнить, что инструментальное (энергетическое) уравнивание может не дать желаемого результата, если нарушены правила оформления digital darkroom, то есть если не уделено должного внимания такому важному параметру, как адаптация зрения. К примеру: позади экрана находится поверхность с энергетической яркостью, меньшей, чем яркость черной точки монитора, в помещении присутствует дневной свет и т.п. В этих случаях визуальное уравнивание является единственным возможным и наиболее точным.

\* \* \*

Следующий этап в колориметрической настройке монитора — его характеристизация (построение профайла).

## Построение профайла монитора

**Цель построения профайла монитора — получить и зафиксировать данные, характеризующие видеосистему как трехстимульный визуальный колориметр.**

Построение профайла монитора выполняется на основании последовательных колориметрических измерений серии патчей, которые задаются разными комбинациями RGB-значений, то есть разным соотношением интенсивностей кардинальных стимулов монитора. Напомним, что цель колориметрических измерений состоит в:

- выявлении точного значения гамма нелинейности изменения интенсивности кардинальных стимулов;
- определении цветовых координат кардинальных стимулов и опорного белого света монитора в системе CIE XYZ.

Первое необходимо для внесения компенсации предыскажений. Второе — для выполнения линейных расчетов по стандартным колориметрическим матрицам.

Для достижения первой цели референс измерений должен содержать набор патчей, в котором интенсивность каждого кардинального стимула меняется с определенным шагом от минимальной до максимальной.

Для достижения второй цели референс измерений должен содержать патчи, задающие максимальную интенсивность каждого из кардинальных стимулов при нулевой интенсивности двух других, а также патч, задающий максимальную интенсивность всех трех кардинальных стимулов (белая точка).

После запуска Profile Maker 5.x.x\Monitor программа предлагает пользователю провести калибровку монитора, на что, разумеется, следует ответить отказом. Затем на экране появляется интерфейс, показанный на рис. 63.

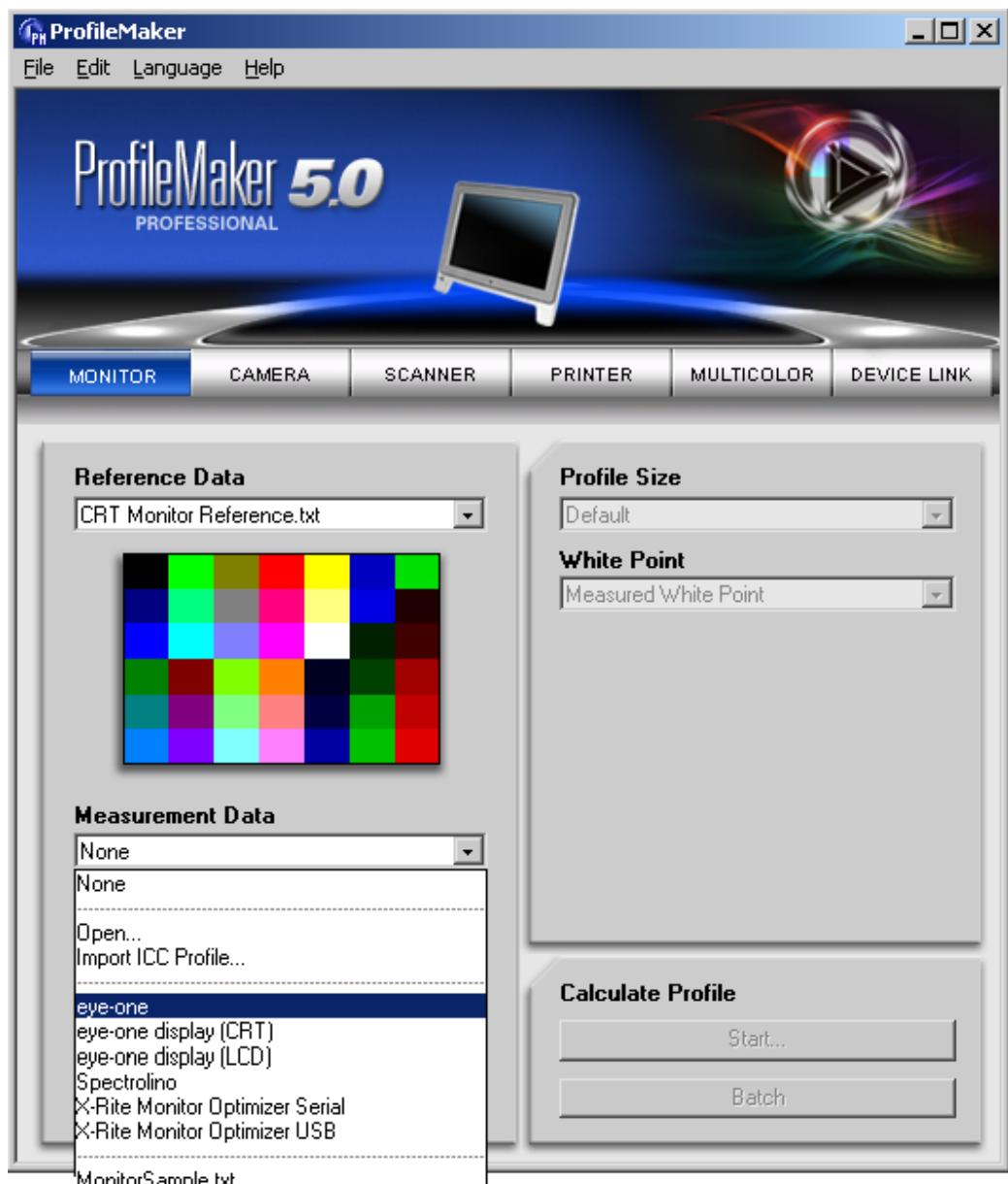


Рис. 63.

По умолчанию программа предлагает два набора патчей, оптимизированных, соответственно, для видеосистем с CRT- и LCD-дисплеями. По соотношению интенсивности кардинальных стимулов патчи подобраны так, что с помощью данных наборов можно строить профайлы как гамма-приведенных (калиброванных), так и гамма-неприведенных мониторов (Large-профайлы).

Текстовый файл (референс), из которого программа берет данные об аппаратных значениях патчей хранится в C:\Program Files\GretagMacbeth\ProfileMaker Professional 5.x.x\Reference Files\Monitor. В это место при необходимости могут быть добавлены референсы, созданные пользователем.

## Построение профайлов гамма-приведенных мониторов

Мы считаем, что для характеристики гамма-приведенных мониторов не требуется большого количества патчей и промер стандартных сорока двух лишь отнимает время. Более того, опыт настройки множества мониторов свидетельствует о том, что расчет профайла по стандартному референсу в данном случае даже чуть менее точен, чем тот, что мы предлагаем ниже.

Практика показывает, что для настройки монитора с приведенной гаммой необходимым и достаточным является референс с теми же значениями RGB, что программа Measure Tool выдавала на этапе калибровочных промеров (см. главу «Калибровка монитора с помощью Profile Maker 5.x.x»).

Создание референса характеристики может быть выполнено в программе Color Lab 2.77, которая позволяет создавать любые аппаратные референсы для любых устройств, в том числе и для мониторов.

Схема действий такова: File\New (Ctrl+N). Затем Edit\Add Gradient. В параметрах градиента указать (рис. 64, а):

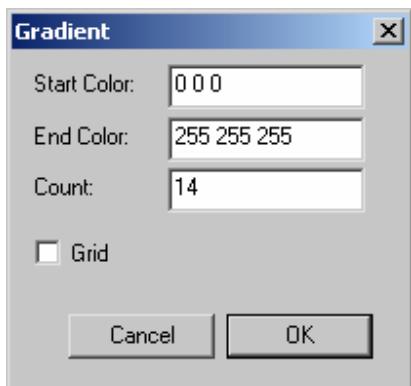


Рис. 64, а

Программа выдаст на экран градиент от 0 0 0 до 255 255 255 с 12 промежуточными градациями (всего 14 патчей). Затем после двойного щелчка на каждом патче в появившемся окошечко вводят необходимые значения. Первый и последний патчи оставляют без изменений.

Можно даже ограничиться изменениями лишь в трех патчах, введя аппаратные данные для кардинальных стимулов, а «серые» оставить теми, что автоматически установил Color Lab.

Последний этап: File\Save As.

Если полученный текстовый файл сохранить по указанному выше пути, то после перезапуска ProfileMaker имя файла появится в списке «Reference». Рекомендуем пользовательские текстовые референсы хранить в отдельной папке и загружать командой «Open».

Промер патчей характеристики необходимо проводить в полной темноте.

Время промера предложенного референса около одной минуты.

Для характеристики гамма-неприведенных мониторов и построения Large-профайла следует использовать референс, предлагаемый программой по умолчанию.

Распространенной ошибкой операторов при характеризации гамма-приведенных мониторов является промер больших референсов (например, принтерного TC9.18RGB) в надежде на большую точность полученного профайла. Напомним, что количество патчей должно быть минимально необходимым. Неоправданное увеличение хроматического разнообразия патчей ведет лишь к потерям времени, ошибкам вычислений и ухудшению результата.

Однако если оператор располагает свободным временем, то для повышения точности характеризации гамма-приведенных видеосистем может быть рекомендована тактика создания референса, при которой Profile Maker несколько раз выполняет измерение каждого кардиального стимула и несколько раз выполняет измерение белой точки и «серого» градиента. В основу такого референса положены уже известные 14 патчей, но дается команда Ctrl+C, а затем повтором команды Ctrl+V создается несколько его копий. Копии появляются в том же активном окне Color Lab 2.7.7 и автоматически сохраняются вместе с первым в виде единого референса (рис. 64, б).

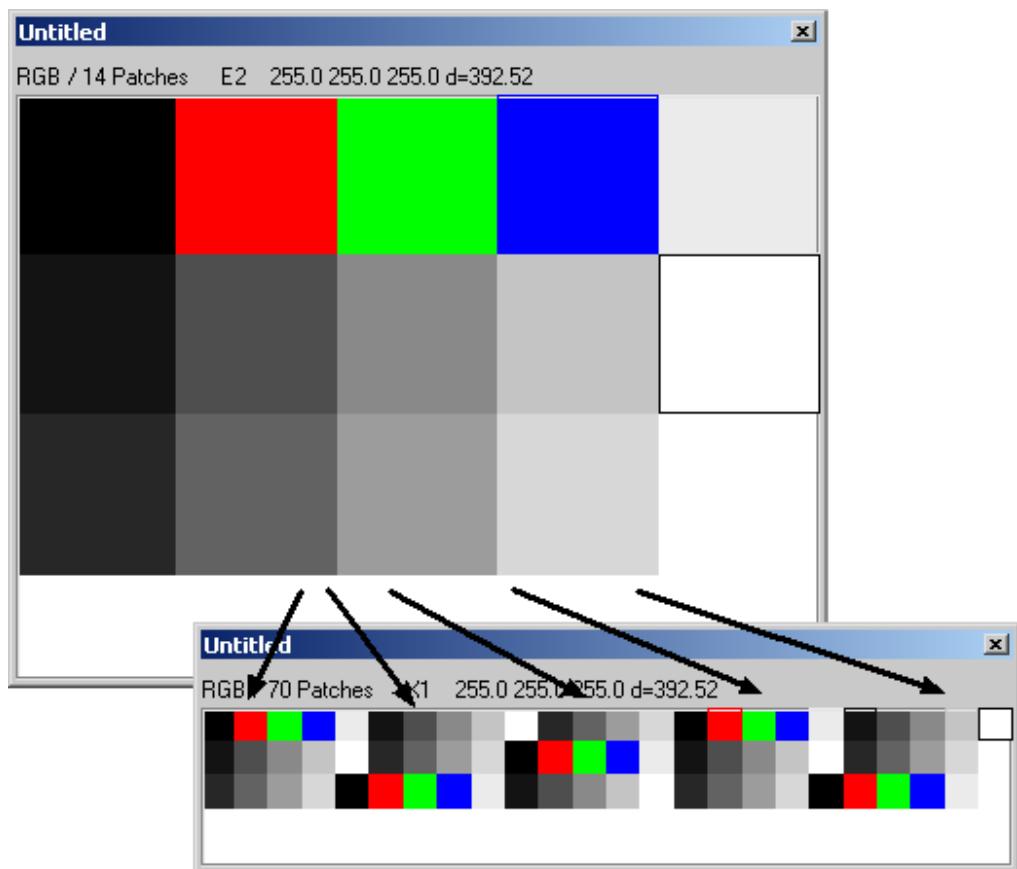


Рис. 64, б

Profile Maker, «видя», что на одно и то же соотношение интенсивности кардиальных стимулов монитора (то есть на одну и ту же комбинацию RGB-значений) приходятся немного разных данные XYZ, автоматически усредняет их.

Очень хорошие результаты дает референс, в котором тройки кардиальных стимулов повторяются пять-шесть раз подряд, пять-шесть раз чередуются черная и белая точки, а затем

следует «серый» градиент от 0 до 255 255 255 с шагом 256. Промер такого референса занимает около 20 минут.

Количество профайлов, которое необходимо построить, определяется тем, каково количество пользовательских калибровок, поскольку параметры калибровки определяют монитор как трехстимульный колориметр. Сколько калибровок — столько колориметров. Сколько колориметров — столько профайлов.

Соответственно в системную папку сохраняется основной профайл и, если необходимо, пользовательские профайлы, построенные на основании промеров, выполненных при пользовательской калибровке.

Выбор параметров в списках «Profile Size» и «White Point» станет понятным после знакомства с главой «Профайл монитора и его содержимое». Здесь следует сказать лишь о том, что использование Large-профайла на гамма-приведенном мониторе с CRT-дисплеем бессмысленно и всегда ведет лишь к ухудшению результата настройки, так как расчет аппаратных данных для монитора производится методом интерполяции по трехмерным таблицам соответствия, а не по стандартным колориметрическим матрицам. Как правило, самым слабым местом табличного (Large) профайла монитора является воспроизведение теней изображения — они выраженно теряют градации («провал в тенях»).

Большим заблуждением является мнение, будто построение Large-профайла улучшает точность цветовоспроизведения гамма-приведенной видеосистемой: гамма-компенсация предыскажения и матричное преобразование дают несравненно более точный результат, чем интерполированный расчет данных по таблицам соответствия.

## **Построение профайлов гамма-неприведенных мониторов**

Если по каким-либо техническим причинам не удается выполнить гамма-приводку видеосистемы (к примеру, используется видеокарта устаревшей модели, где отсутствует LUT), то это, с одной стороны, означает, что монитор не может быть описан как трехстимульный визуальный колориметр, с другой — это не значит, что монитор вообще не может быть колориметрически настроен, хотя качества настройки гамма-приведенного монитора достичь не удастся.

Для характеристики гамма-неприведенных мониторов строят табличный (Large) профайл. Как правило, достаточным является референс, предлагаемый программой по умолчанию, однако у мониторов с дисплеем низкого класса удовлетворительный результат может быть достигнут только при использовании большого количества промеров, скажем, при измерении принтерной тест-карты TC 9.18, состоящей из 918 разнообразных патчей.

При характеристике мониторов с некоторыми моделями LCD-дисплеев наилучший результат дает построение именно Large-профайла

## **Профайл монитора и его содержимое**

Профайл монитора несет в себе исчерпывающую информацию, характеризующую монитор как трехстимульный визуальный колориметр, то есть профайл содержит информацию о:

— цветовых координатах кардиальных стимулов монитора в системе CIE XYZ;

— цветовых координатах опорного белого света монитора в системе CIE XYZ;  
— гамме нелинейности изменения интенсивности кардинальных стимулов монитора.

Данная информация используется CMS графических приложений или операционной системы для выполнения матричных расчетов удельных коэффициентов кардинальных стимулов монитора с целью достоверной экранной визуализации изображений.

Также профайл монитора содержит дополнительную служебную и вспомогательную информацию, характер и объем которой зависит от версии ICC-спецификации профайла.

Информация в профайле монитора, как и во всех ICC-профайлах устройств, представлена в виде полей заголовков (Header fields) и таблицы тэгов (Table Tags).

Рассмотрим устройство т.н. матричных (matrix based) профайлов, которые Profile Maker 5.x.x строит по умолчанию (версия 2.4.0 ICC-спецификации).

### Поля заголовков (Header fields)

Поле Profile Details (Детали профайла) — содержит информацию о типе устройства (монитор), цветовой модели, рекомендуемом СММ, способе gamut mapping по умолчанию.

Поле Device Information (Информация об устройстве) — содержит данные о марке дисплея, его типе (CRT или LCD).

Поле File Information (Информация о файле) — содержит информацию о названии файла, размере, локализации.

Поле Creation Details (Детали создания) — содержит дату создания, информацию о компьютерной платформе, собственно профайлере (LOGO).

Поле ICC/Technical Attributes (Технические характеристики) — содержит информацию о версии ICC-спецификации профайла, о ЦКС, выступающей в роли PCS.

### Таблица тэгов (Table Tags)

№	Обозначение тэга	Название тэга	Пояснение
0	<b>Cprt</b>	Copyright	Копирайт компании, программное обеспечение которой строило данный профайл.
1	<b>Desc</b>	Description (Internal Name)	Внутреннее имя профайла. <b>Примечание:</b> Именно внутреннее имя профайла отображается в списках графических приложений и Display Properties операционной системы, но не имя ICM-файла.
2	<b>DevD</b>	Device Data	Аппаратные данные (RGB-значения), по которым производилось колориметрическое измерение патчей.
3	<b>CIED</b>	CIE Data	Данные измерений патчей в ЦКС XYZ.
4	<b>Pmtr</b>	Profile Maker text reference	Информация о программе, строившей профайл.
5	<b>Chad</b>	Chromatic	<i>Отличает профайлы версии ICC-</i>

		Adaptation Tag	<i>спецификации 2.4.0 от профайлов предыдущих версий.</i>  Содержит заранее рассчитанные линейные коэффициенты матричного пересчета XYZ-координат опорного белого света монитора (точка хроматической адаптации) в XYZ-координаты идеального диффузного отражателя под светом D50-источника (X96.42 Y100.00 Z82.49). Позволяет существенно упростить и ускорить экранную визуализацию изображений теми графическими приложениями, которые могут воспользоваться данным тэгом. Те приложения, что не могут воспользоваться данным тэгом, в процессе визуализации изображения производят расчет коэффициентов обычным порядком. Идея предложена фон Кризом (von Kries).
6	<b>rXYZ</b>	Red colorant values XYZ	Цветовые координаты «красного» кардинального стимула в системе CIE XYZ
7	<b>gXYZ</b>	Green colorant values XYZ	Цветовые координаты «зеленого» кардинального стимула в системе CIE XYZ
8	<b>bXYZ</b>	Blue colorant values	Цветовые координаты «синего» кардинального стимула в системе CIE XYZ
9	<b>Wtpt</b>	White Point	Цветовые координаты белой точки в системе CIE XYZ
10	<b>Lumi</b>	Luminance tag	<i>Отличает профайлы версии ICC-спецификации 2.4.0 от профайлов предыдущих версий.</i>  Содержит данные об энергетической яркости белой точки в cd/m <sup>2</sup>
11	<b>rTRC</b>	Red tone repro curve	Гамма нелинейности изменения интенсивности «красного» кардинального стимула.
12	<b>gTRC</b>	Green tone repro curve	Гамма нелинейности изменения интенсивности «зеленого» кардинального стимула.
13	<b>bTRC</b>	Blue tone repro curve	Гамма нелинейности изменения интенсивности «синего» кардинального

			стимула.
14	<b>vcgt</b>	Video Card Gamma Tag	<p>Изменения в LUT видеокарты, при которых строился данный профайл.</p> <p><b>Важное примечание:</b></p> <p>В профайлах мониторов версий 2.0 (и ниже) vcgt отсутствует, и изменения в LUT видеокарты загрузчик вносит на основании расчета по данным промеров, содержащихся в системном реестре. Расчет, напомним, производится каждый раз при загрузке операционной системы.</p> <p>В профайлах спецификации версии 2.4 (и выше) vcgt присутствует, а загрузчик, при наличии активного профайла монитора в системе, игнорирует реестр и вносит изменения в LUT, взяв информацию из данного тэга. Такой подход является более надежным и удобным, чем прежний.</p> <p>Способность распознавать vcgt в профайлах мониторов появляется у загрузчиков Profile Maker от версии пакета 4.1.1, тогда как умение заносить vcgt в профайлы лишь от версии 4.1.5.</p>
15	<b>gmps</b>	Secret sauce	Служебная закрытая информация.

### *Large-профайлы монитора*

В состав этих профайлов, помимо всех перечисленных тэгов matrix-based-профайлов, входят шесть дополнительных тэгов (две группы по три тэга — для входящей и исходящей частей профайла), представляющих собой 16-битные трехмерные таблицы (Double Precision (16 bit) Multi-Function Lookup Table) соответствия RGB-данных монитора цветовым координатам в системе CIE XYZ.

В каждой тройке персональная таблица для трех возможных вариантов *intent* — Perceptual, Colorimetric (объединяет в себе Relative и Absolute) и Saturation. Благодаря этим таблицам Large-профайл может быть использован на гамма-неприведенных видеосистемах.

### **Профайлы четвертой версии ICC-спецификации**

Profile Maker 5.x.x позволяет строить профайлы монитора четвертой версии ICC-спецификации. Чтобы построить такой профайл, нужно войти в *Edit\Preferences* и установить флажок против строки «According to ICC specification version 4».

В профайлах мониторов четвертой версии ICC-спецификации есть одно принципиальное отличие от профайлов, построенных по спецификации версии 2.4.0: в тэг «wtpt» независимо от реальной цветовой температуры выбранного опорного белого света монитора вписываются XYZ-координаты D50-источника, а для выполнения матричных расчетов, необходимых при визуализации, графические приложения должны пользоваться данными из Chromatic Adaptation Tag. Именно поэтому, т.е. за ненадобностью при создании профайлов мониторов четвертой версии ICC-спецификации из интерфейса Profile Maker 5.x.x убран список источников освещения.

Таким образом, если профайл монитора четвертой версии ICC-спецификации будет использован графическими программами, не умеющими работать с «Chad»-тэгом,

визуализация файлов пойдет из расчета D50 XYZ-координат опорного белого света монитора, то есть с ошибками.

Отметим, что графические программы пакета Adobe CS «понимают» профайлы как версии 2.4.0, так и версии 4.0, поэтому **профайлы мониторов обеих спецификаций для пользовательских калибровок можно строить на основании измерений, выполненных один раз**, например только для основной калибровки: при создании профайла для пользовательских калибровок Profile Maker 5.x.x прочитывает vcgt и умножает коэффициенты матрицы Chad на нормированные максимальные значения LUT. В результате становятся известны XYZ-координаты белой точки монитора при данном состоянии LUT, то есть при пользовательской калибровке. Качество визуализации при таком способе колориметрической настройки монитора будет несколько ниже, чем при настройке на основе измерений, выполненных при пользовательской калибровке.

Можно ожидать, что в ближайшее время не только приложения Adobe CS, но и программные графические пакеты других производителей «научатся» работать с Chad.

Инспекцию профайлов можно осуществлять с помощью бесплатной утилиты ICC Profile Inspector ([www.color.org](http://www.color.org)).

## Проверка качества калибровки и характеристики монитора

### Проверка качества калибровки монитора

#### *Основная калибровка*

##### Визуальная проверка

1. **Достижение/не достижение монитором нижней границы зоны насыщения по высоким светам.** Можно выявить, создав в Color Lab 2.77 ряд патчей (команда add gradient) от 250 250 250 до 255 255 255 с шагом 1. Визуально все патчи должны отличаться друг от друга по светлоте. Однако мы не видим особого смысла в такой проверке, так как второй «степ» Measure Tool\Monitor работает надежно.

2. **Соответствие цветовой температуры желаемому значению** визуально определить очень сложно, даже при большом опыте настройки мониторов: вмешивается высокая адаптивность зрения человека. Только явные несоответствия бросаются в глаза. В целом белая точка визуально может быть чуть-чуть холоднее, чем белая поверхность, освещенная лампой просмотрового места.

3. **Контроль черной точки и гамма** осуществляется так: пользователь вызывает инструмент «Brightness and Contrast» утилиты Nokia Test и убеждается в том, что:

- поле 1% отличимо от фона;
- все патчи серой шкалы отличаются друг от друга по светлоте и при этом более или менее нейтральны, то есть не имеют выраженного хроматического компонента, меняющего свой цветовой тон от теней к светам. К примеру: тени имеют зеленоватый оттенок, а средние тона и света — пурпурный. Допускается присутствие небольшого хроматического сдвига, не меняющего свой цветовой тон на всем протяжении шкалы, например в зеленую или желтую стороны;

— при гамма 2,2 серая шкала заглавной страницы Nokia Test должна выглядеть равноконтрастной от поля 10% до 100%.

**4. Контроль контраста.** Для контроля контраста монитора используют тестовое изображение, которое заранее является полноконтрастным. При отображении его на экране должен достигаться полноценный визуальный контраст.

#### Инструментальная проверка

**1. Соответствие цветовой температуры желаемому значению** проверяется после построения профайла (сценарий «Measured White Point»), так как такой профайл содержит необходимые данные (см. «Профайл монитора и его содержимое»). Профайл инспектируют в ICC Profile Inspector или Chromix Color Think, и значения XYZ тэга «wtpt» заносят в «Color Calculator» утилиты Color Lab 2.77 (предварительно умножив каждое на 100). В окне «Temperatur» высветится искомое значение цветовой температуры.

Если инспектируется профайл версии ICC 4.0, то, чтобы не выполнять сложное матричное вычисление реальной белой точки, имеет смысл, взяв за основу имеющийся профайл, перепостроить контрольный профайл версии ICC 2.4.0 и выявить значение цветовой температуры по описанной схеме.

**2. Инструментальный контроль гамма видеосистемы** также происходит автоматически при построении профайла и отдельного мероприятия не требует. Данные о выявленной величине гамма по трем каналам содержатся в профайле, которые можно получить с помощью его инспекции (тэги gTRC, gTRC, bTRC). Отличия по гамма, не превышающие 0,1 — норма.

Как правило, полученной информации вполне достаточно.

Если все же есть сомнения в том, что в результате калибровки видеосистема точно приведена к степенной функции по энергетической яркости и что кривые по трем каналам не имеют «ям и ухабов», проводят следующую контрольную операцию:

— в Color Lab 2.77 создают мишень, состоящую из трех градиентов — от 0 0 0 до 255 0 0, от 0 0 0 до 0 255 0, от 0 0 0 до 0 0 255 с шагом не менее 20. Затем добавляют еще один патч 255 255 255 — он понадобится для контроля черной точки (см. ниже). Сохраняют текстовый референс;

— запускают Profile Maker\Monitor. Загружают референс и проводят измерение патчей. Данные измерений сохраняют в виде текстового референса (если произошло сохранение спектрального референса, то его нужно переконвертировать в XYZ с помощью Color Lab 2.77: Filter\Mode\XYZ);

— полученный референс открывают в Microsoft Excel. При загрузке в мастере текстов (импорт), в шаге 3 выбирают режим столбца «Текстовый». После загрузки выполняют автозамену всех точек на запятые;

— удаляют все данные, оставив только данные колонки, которая соответствует «XYZ\_Y»;

— колонку «XYZ\_Y» разбивают на три колонки по 20 ячеек в каждой (при шаге градиента 20): с 1 по 20-ую, с 21 по 40-ую и с 31 по 60-ую (что будет соответствовать промерам яркости в каждом канале);

— данные в каждой колонке уменьшают на величину измерения в их первой ячейке, приводя первую ячейку каждой колонки к нолю;

— нормируют данные в каждой колонке, поделив их на величину в последней ячейке;

— создают контрольную колонку от 0 до 19 с шагом 1, нормируют данные (то есть делят значение в каждой ячейке на 19) и возводят в степень требуемой гамма;

— строят одновременные графики всех колонок. График последней колонки — расчетная кривая заданной гамма, необходимая для сравнения.

По полученным кривым очень хорошо видны как соответствие каждого канала графику степени требуемой гамма, так и междуканальная приводка (рис. 65, а, б).

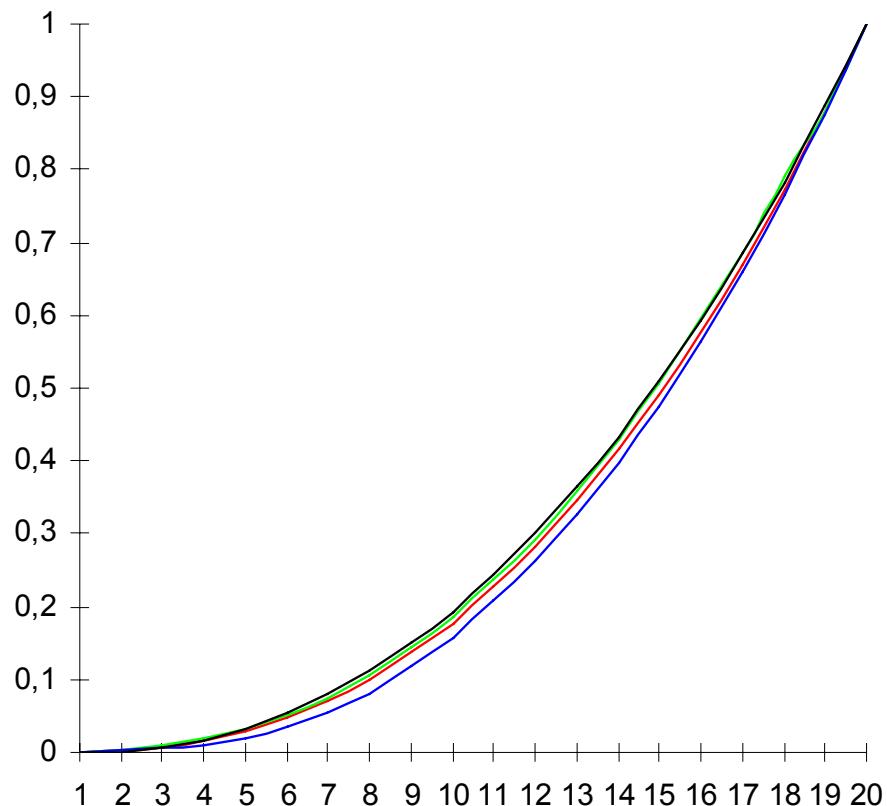


Рис. 65, а. Кривые изначальной нелинейности изменения интенсивности кардинальных стимулов видеосистемы Matrox G550 + CRT-дисплей ViewSonic P815. Построены по описанной методике. Измерительный прибор: фотоэлектрический колориметр X-Rite DTP-92 USB. Чёрная линия — кривая функции гамма 2,2.

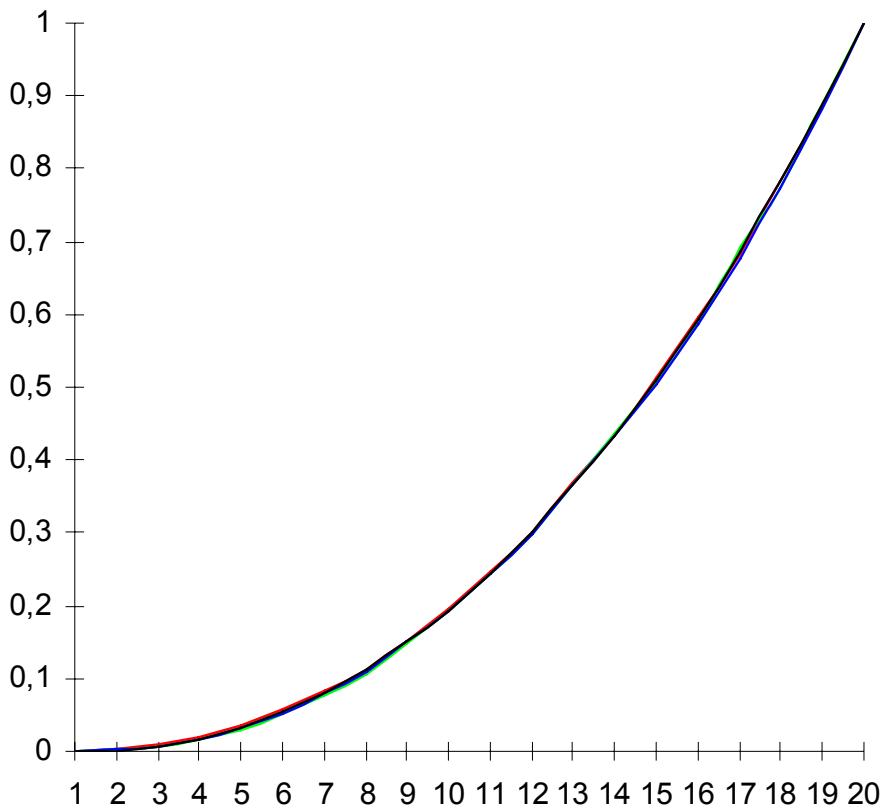


Рис. 65, б. Кривые нелинейности той же видеосистемы, приведенной к гамма 2,2. Построены по описанной методике. Измерительный прибор: фотоэлектрический колориметр X-Rite DTP-92 USB. Черная линия — кривая функции гамма 2,2.

При использовании фотоэлектрического колориметра данный результат является вполне удовлетворительным. При использовании спектрофотометра можно ожидать лучшего результата.

Для большей точности имеет смысл провести измерение несколько раз, усреднить результат при помощи Measure Tool\Averaging, а затем выполнить процедуру, описанную в этом пункте.

**3. Инструментальный контроль черной точки.** Отдельного измерения не требуется, так как референс контрольных промеров тонопередачи (патч A1, или F1, или K1) уже содержит необходимую информацию<sup>21</sup>. Как правило, при правильно выполненном степе 3 Measure Tool\Monitor энергетическая яркость черной точки оказывается в пределах  $Y=0,3-0,6$ . Допустимо значение энергетической яркости черной точки выше 0,6, но при условии, что энергетический контраст системы окажется не ниже 2,4.

**4. Инструментальный контроль контраста** не требует отдельных измерений: достаточно воспользоваться референсом измерений патчей характеристики, взяв из них  $Y$ -значение белой и черной точек. Десятичный логарифм отношения  $Y_{white}/Y_{black}$  будет являться показателем контраста, и желательно, чтобы он оказался не ниже 2,4.

#### Пользовательская калибровка

---

<sup>21</sup> Если референс измерений не был сохранен, его можно извлечь из профайла с помощью Measure Tool\File\Import ICC Profile...

## *Визуальная проверка*

1. **Светлота и цветность белой точки** (Nokia Test\Color — белое поле) должны визуально совпадать со светлотой и цветностью белой тиражной поверхности на просмотром месте.

2. **Контроль черной точки и гамма**. Пользователь вызывает инструмент «Brightness and Contrast» утилиты Nokia Test и убеждается в том, что:

- поле 1% отличимо от фона;
- все патчи серой шкалы отличаются друг от друга по светлоте и при этом нейтральны, то есть не имеют выраженного хроматического компонента, меняющего свой цветовой тон от теней к светам.
- при гамма 2,2 серая шкала заглавной страницы Nokia Test должна выглядеть равноконтрастной от поля 10% до 100%.

## *Инструментальная проверка*

Идентична проверке основной калибровки.

Если позволяет время, то контрольные измерения проводят не только для proof-, но и для practical-яркости белой точки, что дает возможность:

- определить степень доверия к practical-режиму;
- оценить качество видеосистемы в целом: переход к practical-яркости не должен приводить к выраженному разбалансу кривых гамма.

## **Характеризация монитора**

Схемы проверки основного и пользовательского профайлов одинаковы.

## *Визуальная проверка*

Для визуального контроля характеристизации, то есть контроля качества полученного профайла, в распоряжении пользователя должен быть RGB-файл памятного тестового изображения с профайлом абстрактного идеального устройства (скажем, sRGB), обладающего полным тоновым диапазоном, достаточно большим цветовым охватом и большим количеством тоновых градаций. Пользователь должен быть уверен в том, что четко знает и помнит то, как должно выглядеть данное изображение на экране хорошо калиброванного и верно характеризованного монитора.

Требования к тестовому изображению следующие:

В обязательном порядке тестовое изображение должно содержать серый (без кавычек) градиент: от 0 0 0 до 255 255 255. Серым он будет потому, что в абстрактных идеальных колориметрах нейтральные оттенки воспроизводятся равными значениями интенсивности RGB-стимулов.

Желательно, чтобы тестовое изображение содержало также дискретный серый градиент с шагом в 3-5 значений. Патчи градиента следует пронумеровать для удобства оценки.

Если общее впечатление от изображения, открытого в Adobe Photoshop (при правильно настроенной CMS), совпадает с тем, что помнит настройщик, то приступают к оценке серых градиентов. Их анализируют по следующим параметрам:

- сплошной и дискретный градиенты должны выглядеть равномерными;

— градиент должен вызывать ощущение нейтрально-серого, на всем протяжении градиента не должно быть хроматических сдвигов.

Ценность представляет только первое впечатление от рассматривания градиента. Спустя 15-20 секунд пользователю начинает казаться, что такой-то патч в дискретном градиенте приобрел хроматический компонент, а потом вдруг поменял свой цветовой тон, что сплошной градиент раздробился на вертикальные разноокрашенные полоски и т.п. — не следует обращать внимания на эти сугубо физиологические эффекты: они естественны.

Полезным и удобным является размещение в тестовом изображении черной и белой плашек, на которых нанесены цифры, соответствующие значениям аппаратных данных их заливок от 1 до 20 на черной и от 254 до 235 на белой плашках (к примеру, «15» — R15 G15 B15). Такие плашки помогают оценить передачу градаций в глубоких тенях и высоких светах изображений.

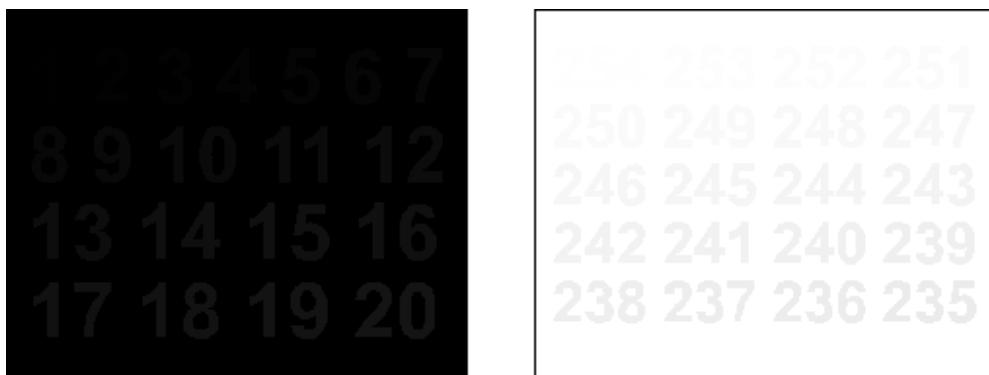


Рис. 66.

Когда черная плашка масштабирована во весь экран, отличным результатом является различимость цифр 2, 3 и выше. Хорошим — различимость цифр 4, 5 и выше. Приемлемым — различимость цифр 6, 7 и выше. Если различимы цифры лишь от 8 и выше — результат неудовлетворительный. Когда белая плашка масштабирована во весь экран, то должны быть различимы все цифры, но можно смириться с пропаданием цифры 254.

Еще одним критерием визуальной оценки качества настройки видеосистемы может служить достоверность экранной цветопробы: ее высокое качество подтверждает точность калибровки и характеристики монитора, но неудовлетворительный результат необязательно говорит о низком качестве профайла монитора: гораздо чаще это оказывается следствием неточности профайлов печатных устройств или ошибок в организации экранной пробы.

### *Инструментальная проверка*

Инструментальной проверке подвергается качество основного и пользовательского профайлов.

Напомним, что доброкачественный профайл монитора, использованный СММ графического редактора, обеспечивает визуализацию файла изображения таким образом, что цветовые ощущения, возникающие у наблюдателя, совпадают по значению цветовых координат со значениями, заложенными в файл изображения. Ниже мы будем говорить о том,

что если это условие выполняется, то при наличии точного профайла тиражного устройства экранный пруфинг автоматически будет достоверным.

Существуют различные способы проверки точности профайла, но один из них напрашивается сам собой: визуализация тестового изображения в графическом редакторе, пример его патчей и сравнение результатов с показаниями панели Info по Lab. Данный способ методически верен, но требует одновременного запуска графического редактора, измерительной программы (Measure Tool\Spot, Key Wizard, Color Shop), трудного позиционирования их интерфейсов, постоянного переключения с одного на другой и, как следствие, большой траты времени. К тому же, нужно учитывать, что измерение высоконасыщенных патчей может оказаться недостоверным, так как при экранной визуализации, как и при любом другом способе тиражирования изображений, имеет место gamut mapping (в данном случае — gamut clipping). По последней причине перед измерениями приходится проводить конверсию тестового изображения в аппаратные данные монитора по профайлу монитора, чтобы цветовые координаты всех патчей оказались внутри охвата монитора. Нельзя также забывать, что при измерении с экрана цветовые координаты будут рассчитаны на D50, тогда как белая точка монитора может быть иной, и пользователю понадобится вручную пересчитывать значения.

Проверка качества профайла монитора должна быть не только методически верной, но и технологичной: быстрой и удобной. Поэтому предлагаем методику, построенную, исходя из следующего рассуждения: если взять набор произвольных RGB-данных и по построенному профайлу монитора рассчитать *потенциальные* XYZ-координаты для каждой тройки RGB-значений из этого набора, то при контрольном замере патчей (если профайл точен) результаты фактических измерений с экрана должны совпасть со значениями расчетных XYZ-координат.

Схема действий:

1. В Color Lab 2.77 выбирают File\Open Special\TC2.88 RGB Reference. TC2.88 RGB — это комплект (тест-карта), состоящий из 288 RGB-троек, предназначен для построения RGB Output Profiles принтеров, но он же, ввиду большой и разнообразной выборки RGB-комбинаций, подходит и для контроля профайла монитора. Сохраняют данный комплект в виде текстового референса, к примеру, под именем «RGB\_288.txt»

2. Выбирают Filter\ICC\Logosync (команда Ctrl+M) и в появившемся диалоге в качестве профайла источника устанавливают контролируемый профайл монитора, а профайлом назначения выбирают CIELabD50.icm. Метод расчета координат (Matching options) — Absolute (рис. 67).

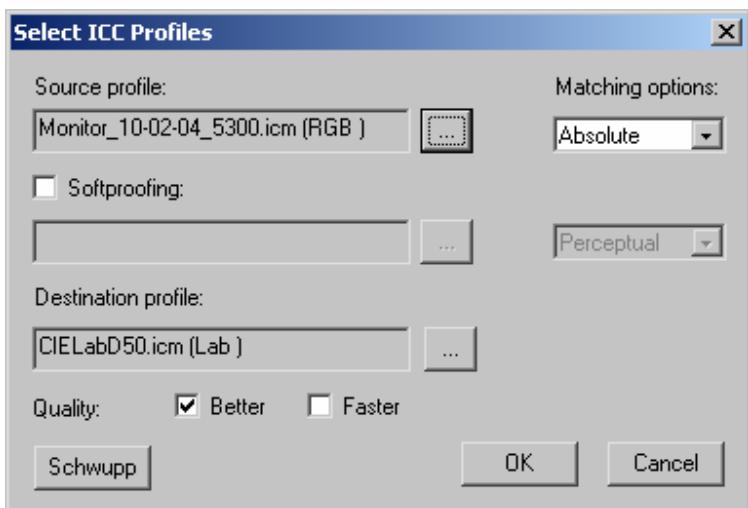


Рис. 67.

После нажатия «OK» произойдет расчет цветовых координат патчей. Все они будут находиться внутри цветового охвата монитора. Сохраняют значения цветовых координат в текстовом виде, к примеру под именем «Supposed.txt».

3. Запускают Profile Maker\Monitor. В списке Reference\Open выбирают «RGB\_288.txt». Производят измерение, аналогичное измерению при построении профайла (длится около 5 минут). Результаты измерений сохраняют в виде текстового файла (в нашем примере — «Measured.txt»).

Если у пользователя есть время и желание, то предпочтительным является серийный замер тест-карты (не менее чем из пяти серий). Результаты сохраняют («Measured\_1.txt, Measured\_2.txt ... Measured\_n.txt») и усредняют при помощи Measure Tool\Averaging. Желательно, с помощью Measure Tool\Comparing исключить тот файл(ы) промеров, который более всего отличается от остальных — нужно помнить, что возможны ошибки измерений с экрана. Сказанное в первую очередь касается пользователей колориметра X-Rite DTP-92.

4. Запускают Measure Tool\Comparing. В Reference\Open загружают текстовый файл, содержащий расчетные цветовые координаты («Supposed.txt»). В Sample\Open загружают текстовый файл, содержащий результаты измерений («Measured.txt»). По результатам сравнения судят о качестве профайла.

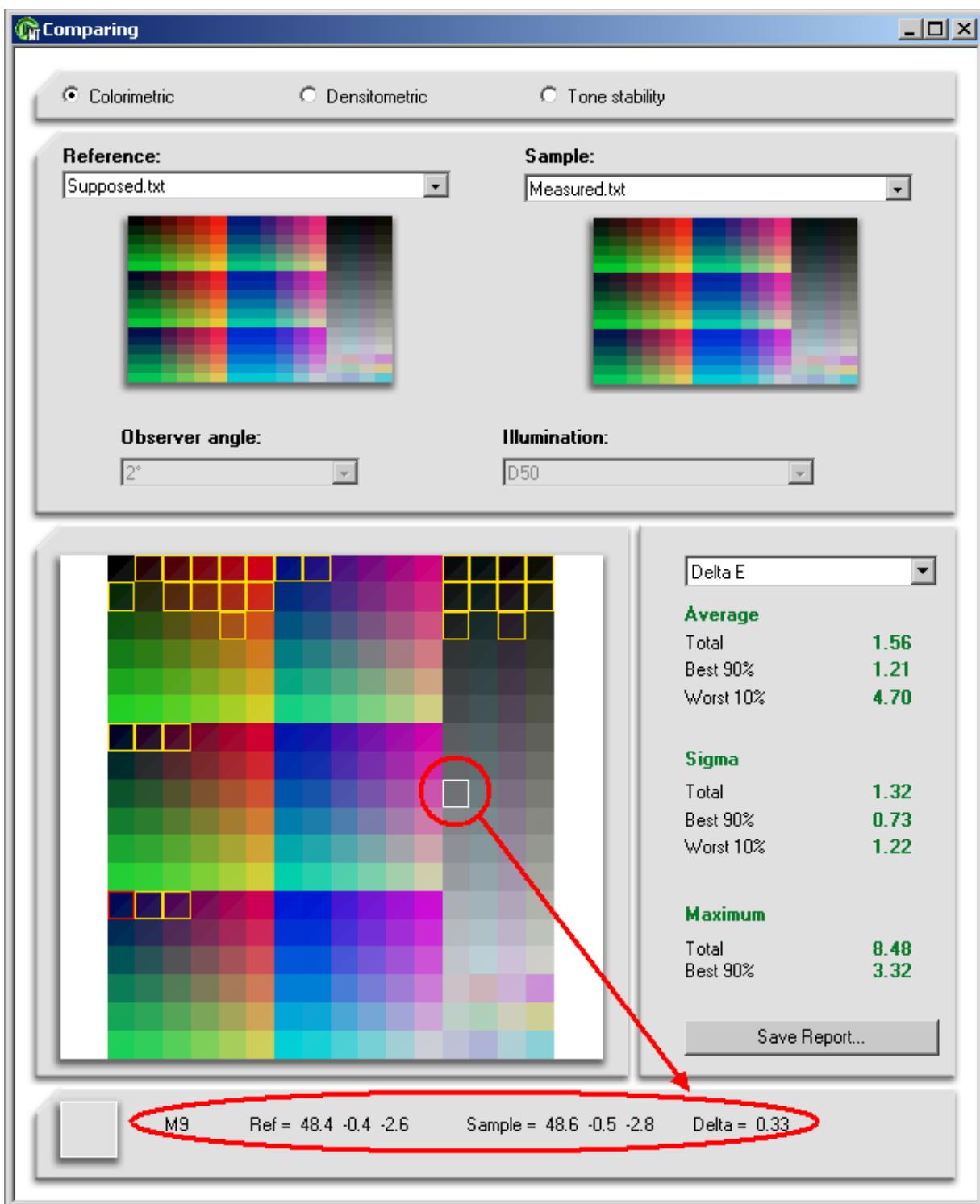


Рис. 68.

Те патчи, что по величине расхождения с Reference (в нашем случае — с расчетными значениями) не попадают в 90% лучших, программа автоматически выделяет желтым контуром. Патч с самым большим расхождением (худший) выделяется красным контуром.

По умолчанию программа предлагает данные в величинах dE2000. Поскольку нами пока не накоплена статистика, позволяющая давать какие-либо рекомендации, мы приводим значения классической dE.

К сожалению, нет возможности объявить максимально допустимую величину dE для всех патчей: с одной стороны, наше зрение имеет непостоянные пороги различия в насыщенных областях и областях, близких к нейтрали. С другой стороны, точность измерительных приборов ощутимо понижается в теневых областях. Критерии оценки величины dE по разным категориям патчей приведены в таблице.

Категория патчей	dE			
	Отлично	Хорошо	Терпимо	Неприемлемо
A1-A3 B1-B3 C1-C3 D1-D3 E1-E3 F1-F3 G1-G3 H1-H3	<4	4-6	6-10	>10
A7-A8 B7-B8 C7-C8 D7-D8	<4	4-6	6-10	>10
A13-A14 B13-B14 C13-C14 D13-D14	<4	4-6	6-10	>10
M1-M3 N1-N3 O1-O3 GS6-GS8	<3	3-5	5-8	>8
M4-M18 N4-N18 O4-O18 GS9-GS23	<1	1-2	2-3	>3
Остальные	<1	1-3	3-4	>4

## **Редактирование LUT и профайла монитора**

Необходимость в редактировании данных LUT и/или профайлов монитора возникает крайне редко и только вследствие ошибок измерений. Если пользователя не удовлетворяет результат настройки, то причину неудачи нужно в первую очередь искать в ошибках, допущенных оператором, и лишь потом в ошибках измерений. Неточности программных вычислений, которые могли бы потребовать редакции профайла, при создании простых матричных профайлов исключены, а при создании Large-профайлов так незначительны, что редактирование скорее навредит, нежели исправит недочеты.

Ошибки измерений могут возникать по двум причинам: либо при попытке настройки монитора с сильно «состарившимся» дисплеем (или дисплеем низкого класса) с помощью колориметра, либо вследствие производственного дефекта измерительного прибора. Последнее при использовании спектрофотометров встречается крайне редко, и всегда — в небольшой степени — при использовании зональных фотоэлектрических колориметров.

Но даже в случае неточности прибора необходимость в редакции LUT видеокарты и профайла монитора возникает только тогда, когда у пользователя нет возможности произвести тестирование измерительного устройства, то есть выполнить сверку его данных с данными высококлассного спектрофотометра (в первую очередь такого, как Spectrolino), и внести поправку в значения промеров.

### **Редактирование LUT**

Пакет Profile Maker не предоставляет наглядного инструмента для редактирования LUT, но последняя версия Calibration Tester дает возможность сохранения содержимого LUT в текстовом виде. Текстовый файл открывают в Microsoft Excel, конвертируют данные ячеек в числовой формат и строят графики. Графики Excel могут быть интерактивно редактируемы, но поскольку одновременный визуальный контроль результата редакции осуществить невозможно, приходится проводить «слепую» подгонку кривых LUT, периодически сохраняя промежуточный текстовый файл с последующей загрузкой его в Calibration Tester, а результат редакции приходится отслеживать по серому градиенту заглавной страницы Nokia Test.

Отредактированный таким способом файл сохраняют в текстовом формате и загружают в LUT при помощи Calibration Tester. Однако после перезагрузки компьютера старые неподходящие данные LUT вновь окажутся загруженными. Пользователю придется либо каждый раз заново «перешивать» LUT с помощью Calibration Tester, либо при правильной загрузке построить профайл, содержащий «vcgt» и пользоваться утилитой Display Profile.

### **Редактирование профайла монитора**

Редактирование профайла монитора осуществляется с помощью инструмента Gradaions программы Profile Editor из пакета Profile Maker. Редактируется только исходящая часть профайла (Lab→RGB), поскольку профайл монитора не используется в качестве рабочего устройства графических редакторов и его входящая часть не представляет для нас интереса.

Редактирование ведется под визуальным и инструментальным контролем тестового RGB- или Lab-изображения, а основным предметом редактирования чаще всего является отображение серого градиента. Если в качестве тестового используется RGB-изображение, то к нему обязательно должен быть прикреплен профайл устройства.

Инструментальный контроль осуществляется при помощи Measure Tool\Spot.

Редактирование профайла монитора (особенно при инструментальном контроле) — это очень долгий и кропотливый процесс, далеко не всегда заканчивающийся удачно, поэтому акцентируем внимание на том, что «лучшее лечение — это профилактика», то есть коррекция результатов измерений, предшествующая внесению поправок в LUT и построению профайла.

Для того чтобы коррекция измерений была точной, необходимо знать, каковы направление и величина ошибок данного измерительного прибора. Поэтому рекомендуем незадолго до приобретения измерительного устройства договориться с фирмой-продавцом о том, что в процессе покупки обязательно будет произведена сверка данных и чтобы для этих целей фирмой был предоставлен заведомо исправный спектрофотометр.

## Работа CMS с профайлом монитора

После построения профайла монитора Profile Maker сохраняет его в специально отведенную папку на С-диске;

для Windows 98 — это будет C:\Windows\System\Color,

для Windows 2000 — C:\Windows\System32\Color,

для Windows XP, Windows 2003 Server — C:\Windows\System32\Spool\Drivers\Color, и ставит на него специальную программную метку, указывающую на то, что все приложения Windows должны пользоваться данным профайлом для экранной визуализации. Убедиться в том, что операционная система использует нужный профайл, можно, вызвав Display properties\Settings\Advanced\Color Management операционной системы (рис. 69).

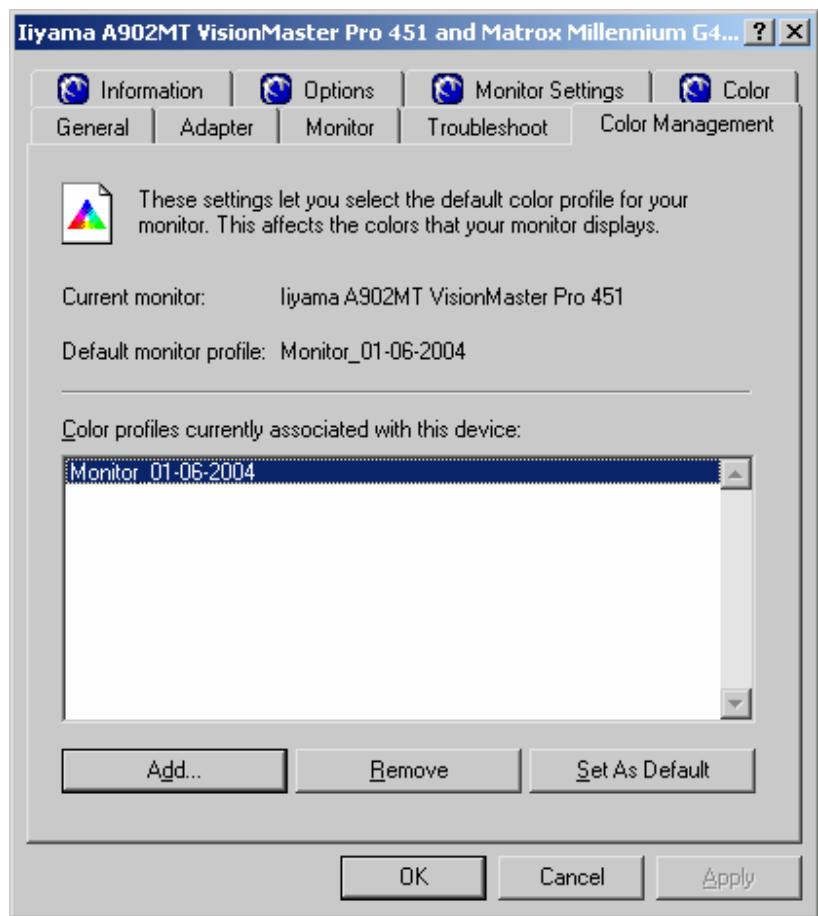


Рис. 69.

**Все новые графические приложения компании Adobe соблюдают это правило и для визуализации используют только тот профайл монитора, что установлен в операционной системе «по умолчанию». Поэтому в современных графических пакетах Adobe нет гнезда, где следует выставить профайл монитора, и лишь в Color Settings графической программы можно получить информацию о том, какой профайл монитора действует в данный момент.**

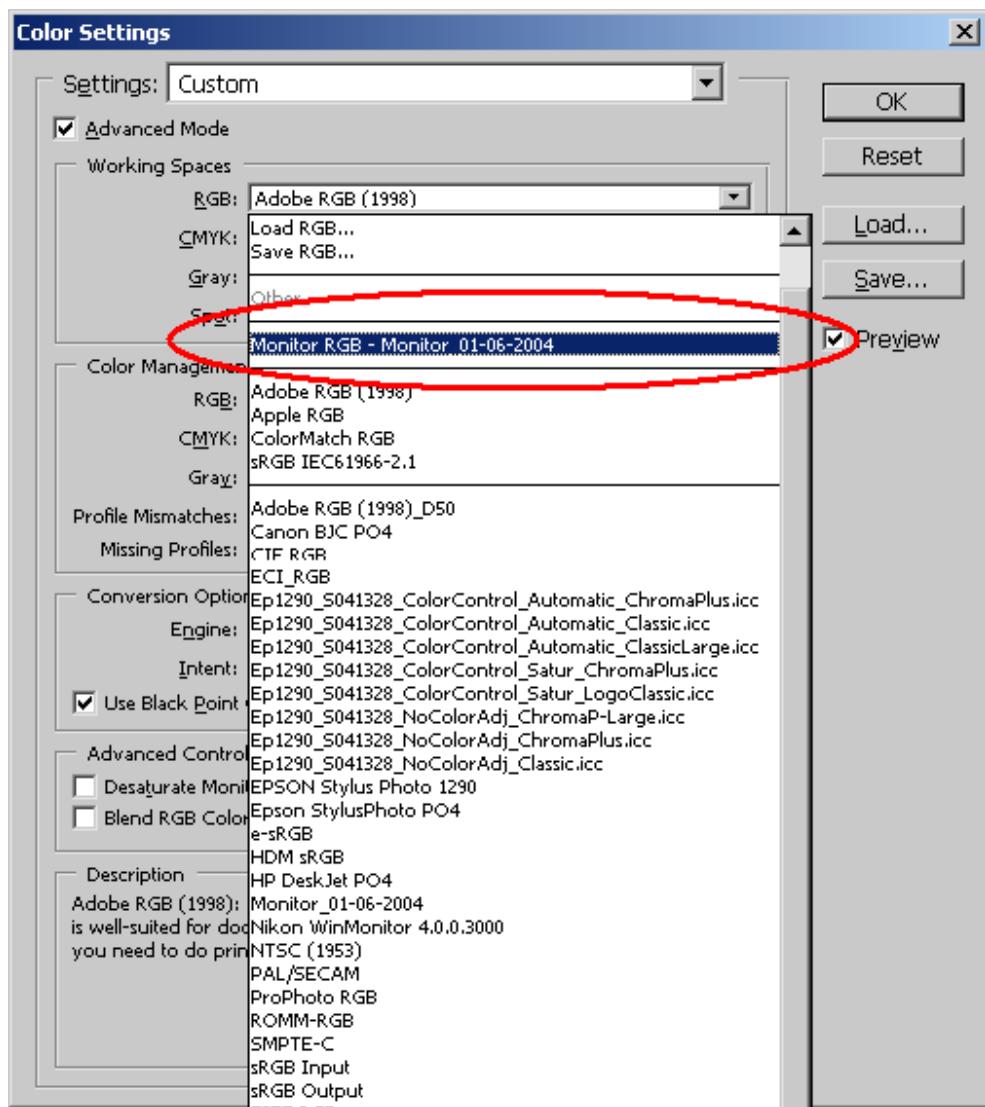


Рис. 70.

Графические приложения других производителей пока еще не соблюдают данное правило, но практически все из них «знают» о том, в какой папке хранятся профайлы устройств. При этом в интерфейсе их CMS есть соответствующее гнездо, в котором нужно указать нужный профайл. К таким приложениям относятся продукты Corel, Macromedia и ряда других производителей.

Если пользователь графических приложений Adobe пожелает сменить профайл монитора на другой, уже имеющийся, то ему придется войти в Display properties операционной системы и выполнить принудительную операцию замены профайла. Если же профайл еще только будет строиться с помощью Profile Maker, то, как мы уже сказали, после его создания программа самостоятельно выполнит операцию установки активного профайла монитора в операционную систему, автоматически заменив предыдущий.

Если в Display Properties операционной системы не установлен активный профайл монитора, то это вовсе не означает, что графические приложения, использующие CMS для

визуализации, будут посыпать на видеокарту RGB-значения непосредственно из файла изображения. В этом случае в качестве профайла монитора автоматически используется sRGB-профайл (для МАС-систем — Apple RGB). Некоторые графические приложения при отсутствии реального профайла монитора используют профайл, параметры которого близки к sRGB или идентичны ему (Generic Monitor Profile).

Прежде чем говорить о собственно технологии использования профайла монитора графическими приложениями, следует сказать о том, что приложения по данному параметру делятся на три больших группы:

- приложения, располагающие собственной CMS;
- приложения, не располагающие собственной CMS, но использующие CMS операционной системы;
- приложения, не располагающие собственной CMS и не использующие CMS операционной системы.

К первой группе относятся «серезные» графические пакеты Adobe, разнообразные программы сканирования (NewColor 7000 — Heidelberg, NikonScan — Nikon и проч.), пакеты Corel, Macromedia.

Ко второй группе относятся в основном приложения Microsoft: к примеру, WordXP, Internet Explorer, Outlook Express, Windows Picture and Fax Viewer (адекватно визуализируют только RGB-файлы, данные в которых являются координатами колориметров Apple RGB, Adobe RGB и проч.). Эти программы вызывают CMS Windows через систему API по мере необходимости, то есть при открытии графических файлов.

К третьей группе относятся «скромные» графические приложения, такие, как Microsoft Paint, различные файл-виверы. Эти программы посыпают на видеокарту неизмененный сигнал, то есть те значения, что прописаны в файле изображения. Визуализация файлов изображения этими программами недостоверна.

Какую бы CMS не использовало графическое приложение — свою собственную или CMS Windows — схема визуализации файла изображения у них общая:

1. Ресемплинг изображения в экранное разрешение.
2. Затем, в зависимости от типа графического файла, схемы визуализации выглядят так:

Тип данных в файле	Схема визуализации
RGB-файлы	
Аппаратные RGB-данные сканера (ЦФК)	RGB-данные в файле по профайлу сканера (табличный расчет) → L*a*b* → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора
Аппаратные RGB-данные устройства, описываемого как трехстимульный колориметр (абстрактные идеальные устройства, мониторы и т.д.)	RGB-данные в файле + данные из профайла абстрактного устройства → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора <b>Примечание:</b> Гамма-предыскажение и гамма-компенсация опущены для простоты изложения.
Аппаратные RGB-данные печатающих устройств (фотоминилабы, настольные принтеры)	RGB-данные в файле по входящей части RGB-output профайла (табличный расчет) → L*a*b* → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора

L*a*b*-файлы	
L*a*b*-координаты	L*a*b* → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора
CMYK-файлы	
Аппаратные CMYK-данные	CMYK по входящей части CMYK-профайла (табличный расчет) → L*a*b* → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора
GRAY-файлы	
Аппаратные GRAY-данные устройств, описываемых аналитически (гамма-профайлы)	GRAY-данные в файле + данные из профайла → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора
Аппаратные GRAY-данные устройств, не описываемых аналитически	GRAY-данные по входящей части GRAY-профайла → L*a*b* → XYZ → на основании данных из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора

Визуализация с использованием Large-профайла монитора для всех перечисленных случаев аналогична приведенным схемам. Отличие состоит в том, что «→ по данным из профайла монитора по стандартным колориметрическим матрицам в RGB монитора» заменяется на «→ по исходящей части профайла монитора в RGB монитора (табличный расчет)».

Описанные выше расчеты автоматически выполняются всякий раз, как только:

- открывается графический файл;
- меняется экранный масштаб изображения;
- меняются значения в файле (цветокоррекция).

#### **Примечание:**

Программное обеспечение видеокарт по определению не имеет никакого отношения к профайлу монитора и никак с ним не взаимодействует. В сферу деятельности софта видеокарт может входить взаимодействие с LUT видеокарт, и лишь в том случае, если пользователь выполнял калибровку монитора с помощью программных средств видеокарты (данная методика не описывается в нашей статье).

## **Gamut clipping при экранной визуализации файлов**

Как при любом другом способе тиражирования, при экранной визуализации графических файлов происходит компрессия цветовых координат пикселов изображения в цветовой охват монитора. К сожалению, компрессии подвергаются не только внегамутные (по отношению к охвату монитора) цветовые ощущения, но часть цветовых координат, лежащих внутри охвата монитора.

Вернемся к уравнению визуализации (3), показанному в главе «Принцип работы CMS с монитором». Напомним:

$$\begin{bmatrix} r_{SONY} \\ g_{SONY} \\ b_{SONY} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{Adobe} \\ g_{Adobe} \\ b_{Adobe} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varsigma_{11} & \varsigma_{12} & \varsigma_{13} \\ \varsigma_{21} & \varsigma_{22} & \varsigma_{23} \\ \varsigma_{31} & \varsigma_{32} & \varsigma_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \rho_{13} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \rho_{23} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & \rho_{33} \end{bmatrix} \quad (3)$$

где для системы уравнений (1)  $\varsigma_{11} \dots \varsigma_{43}$  известны из спецификации колориметра Adobe RGB, а для системы уравнений (2)  $\rho_{11} \dots \rho_{43}$  известны благодаря *измерениям* кардинальных стимулов SONY с помощью фотоэлектрического колориметра или спектрофотометра.

Поскольку цветовой охват AdobeRGB больше охвата монитора Sony, значения удельных коэффициентов  $r_{SONY}, g_{SONY}, b_{SONY}$  могут оказаться больше единицы. Это будет означать, что цветовое ощущение, записанное в файл изображения в координатах Adobe RGB, невоспроизводимо на колориметре SONY и что данное цветовое ощущение для колориметра SONY является *внегамутным*, то есть лежит вне охвата последнего. Мы не можем отказаться от осмысленной визуализации таких пикселов, поэтому мы вынуждены уменьшать числители дробей до тех пор, пока значения  $r_{SONY}, g_{SONY}, b_{SONY}$  не станут меньше или по крайней мере равны единице. В этом случае стимул с получившимися значениями удельных коэффициентов кардинальных стимулов монитора SONY вызовет цветовое ощущение, *похожее* на исходное, но не идентичное ему. Такое уменьшение удельных коэффициентов и будет представлять собой *gamut clipping* при переходе от системы координат одного колориметра к системе координат другого колориметра, в нашем случае — при экранной визуализации файлов изображений.

Понятно, что коэффициенты, уменьшающие долю стимулов X, Y и Z в числителях, не могут быть выбраны произвольно и должны подчиняться некоей логике, основанной на принципах репродуцирования изображений. Такая логика является know-how компании, создавшей CMS операционной системы или графического редактора.

## Использование монитора как цветопробного устройства

В большинстве случаев конечной целью настройки монитора является демонстрация предполагаемого результата печати (экранная цветопроба). Такая демонстрация недостижима без предварительной колориметрической настройки монитора как самостоятельного и полноценного устройства визуализации.

**Привычная для многих «подгонка под» печатный станок, цветопробный принтер, фотоминилаб, осуществляемая с помощью кнопок передней панели дисплея (или при помощи редакции профайла монитора), по определению не может дать необходимого результата.**

Собственно экранной цветопробой будут являться и достоверный показ «цветоделенных» файлов (CMYK-файлов или файлов, содержащих RGB-output-данные), и т.н. *экранный пруфинг*, когда с помощью специальных опций демонстрируется, как будет

выглядеть данное «нецветоделенное» изображение, если его воспроизвести на том или ином печатающем устройстве.

**Примечание:**

Наилучшими, на наш взгляд, являются схемы визуализации, реализуемые следующими СММ: HDM (Heidelberg), LogoSync CMM (Gretag Macbeth), ACE CMM (Adobe), Apple CMM, Nikon CMM (Nikon) и Imation CFM (Imation).

CMM среднего качества — ICM 2.0 (Microsoft).

Худшие результаты дает визуализация на базе Kodak Digital Science (Macromedia FreeHand, Corel Draw, Corel Ventura, Adobe Page Maker, Quark Xpress).

Последнее обновление программы FreeHand MX до версии 11.02 подключает модуль Kodak Digital Science версии 5.1.1.0 (файл kodakcms.dll). Этим же файлом можно заменить имеющийся и в программах Corel. Визуализация при помощи Kodak Digital Science версии 5.1.1.0 существенно улучшает качество экранного отображения файлов и экранной цветопробы, однако, по-прежнему уступает перечисленным лучшим СММ.

Продукты Corel последних версий в качестве альтернативного СММ предлагают ICM 2.0, но корректной визуализации на базе этого модуля программисты Corel выполнить пока не смогли.

В первом случае, то есть при достоверном показе «цветоделенных» файлов, изображение колориметрически **уже сжато в охват устройства назначения**, к изображению прикреплен профайл целевого устройства, а пиксели содержат информацию об аппаратных данных печатного устройства (CMYK, RGB-output-данные).

В этом случае, как было показано в главе «Работа CMS с профайлом монитора», для достоверной визуализации данных из файла CMS проводят следующие преобразования:

CMYK → L\*a\*b\* → XYZ → RGB монитора

или

RGB output → L\*a\*b\* → XYZ → RGB монитора.

Добавим, что:

Intent на стадии CMYK → L\*a\*b\* (или RGB output → L\*a\*b\*) — Relative colorimetric, это означает, что независимо от абсолютных значений цветовых координат белой и черной точек цифрового изображения (то есть независимо от того, каков его реальный контраст), при данном способе экранной визуализации контраст изображения на экране окажется равным контрасту монитора.

**Примечание:**

Поскольку энергетический контраст большинства оттисков не превышает 2.1D, а контраст монитора, как правило не ниже 2.4D, в большинстве случаев происходит т.н. **экранная декомпрессия** цветового охвата изображения. При этом хроматические соотношения между пикселями изображения остаются неизменными.

Несмотря на то, что энергетические контрасты оттисков, как правило, меньше, чем энергетический контраст мониторов (см. главу «Механизмы адаптации зрения. Освещение на рабочем месте»), при последовательном (раздельном) просмотре отпечатка и монитора их визуальный контраст будет одинаковым за счет адаптации зрения по контрасту.

Такое экранное отображение файла можно использовать для подготовки изображений к печати на удаленных предприятиях. Отметим, что под «удаленной» мы понимаем печать, которая удалена от экранного изображения не только в пространстве, но и во времени: печатный станок может находиться в нескольких шагах от места цветокорректора, но отсрочка, связанная с подготовкой тиража к печати, вполне достаточна, чтобы переадаптироваться и не увидеть разницы в изображениях. При попытке одновременного сравнения разница в контрасте будет отчетливо видна (рис. 71).



Рис. 71. При одновременном сравнении отличия в контрасте и цветовом охвате изображений отчетливо видны.

Во втором случае (экранный пруфинг) **данные в файле остаются неизменными, все преобразования автоматически проводятся с дубликатом данного файла изображения** при низком разрешении и только для отображения на мониторе.

Для осуществления экранного пруфинга в зависимости от типа данных в файле изображения CMS проводит следующие преобразования:

RGB-данные сканера или ЦФК  $\rightarrow L^*a^*b^*$   $\rightarrow$  CMYK-данные устройства печати (или RGB output-данные)  $\rightarrow L^*a^*b^*$   $\rightarrow$  XYZ  $\rightarrow$  RGB монитора

*или*

RGB-данные абстрактного трехстимульного колориметра  $\rightarrow$  XYZ  $\rightarrow L^*a^*b^*$   $\rightarrow$  CMYK-данные устройства печати (или RGB output-данные)  $\rightarrow L^*a^*b^*$   $\rightarrow$  XYZ  $\rightarrow$  RGB монитора

*или*

Lab-данные  $\rightarrow$  CMYK-данные устройства печати (или RGB output-данные)  $\rightarrow L^*a^*b^*$   $\rightarrow$  XYZ  $\rightarrow$  RGB монитора.

Во всех случаях intent на стадии « $\rightarrow L^*a^*b^*$ », также как и в случае достоверного показа, — Relative.

Отличием экранного пруфинга от достоверного показа содержимого файла является еще и то, что файл изображения в данном случае хранит максимально возможную колористическую информацию об изображении, так как на весь период цветокоррекции он остается в аппаратных данных RGB-устройства с большим охватом (к примеру, сканер, ЦФК, абстрактный колориметр — sRGB, AdobeRGB), либо непосредственно в цветовых координатах  $L^*a^*b^*$  (Lab-файлы). Цветокорректор видит на экране изменения, которые возникнут в результате конверсии файла по профайлу печатного устройства, и принимает необходимые меры, не теряя при этом исходных данных.

#### Примечание:

Другими словами: возможность осуществления экранного пруфинга — это услуга, предоставляемая графическими программами. Механизм ее реализации заложен в CMS данного графического редактора.

Программы, располагающие собственной CMS, как правило, всегда имеют опции экранного пруфинга. Однако те программы-визуализаторы, которые используют CMS Windows, таких опций не имеют, и экранный пруфинг с их помощью неосуществим. Материал, посвященный конкретным настройкам опций экранного пруфинга ряда графических редакторов, можно найти в приложении.

Экранный пруфинг также предполагает последовательное сравнение изображения на экране с отпечатком на просмотром месте.

Колориметрические расчеты для достоверного отображения файла и экранного пруфинга теоретически никаких трудностей для CMS представлять не должны, однако, возникают две серьезные проблемы:

1. Монитор не всегда способен воспроизвести все цветовые ощущения, заложенные в файл изображения.

2. Энергетические яркости белой и черной точек монитора и отпечатка чаще всего не совпадают, что приводит к различию в их восприятии при одновременном рассматривании.

Причиной первой проблемы является частое несовпадение охватов монитора и печатающего устройства (рис. 72).

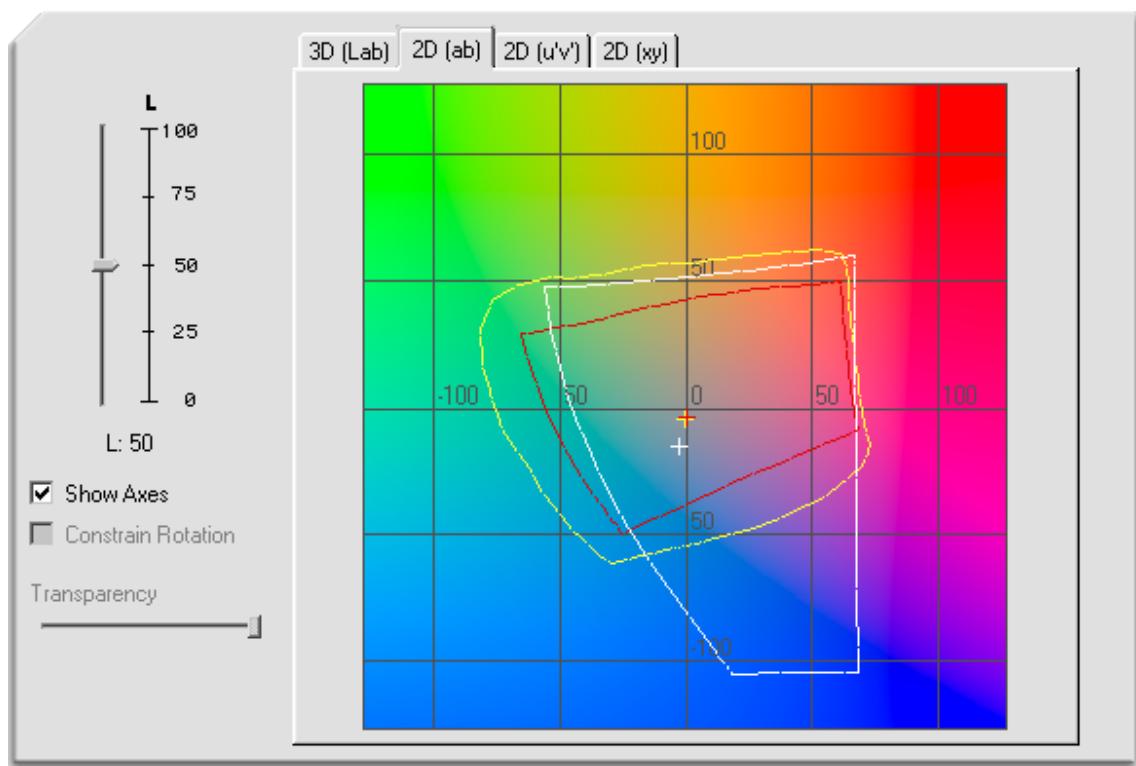


Рис. 72. Показаны охваты монитора с дисплеем Sony GDM F520 (белая линия), стандартного офсетного процесса на мелованных бумагах Euroscale Coated (красная линия), струйного принтера Epson 2100 на бумаге S041328 в сечении на уровне L50.

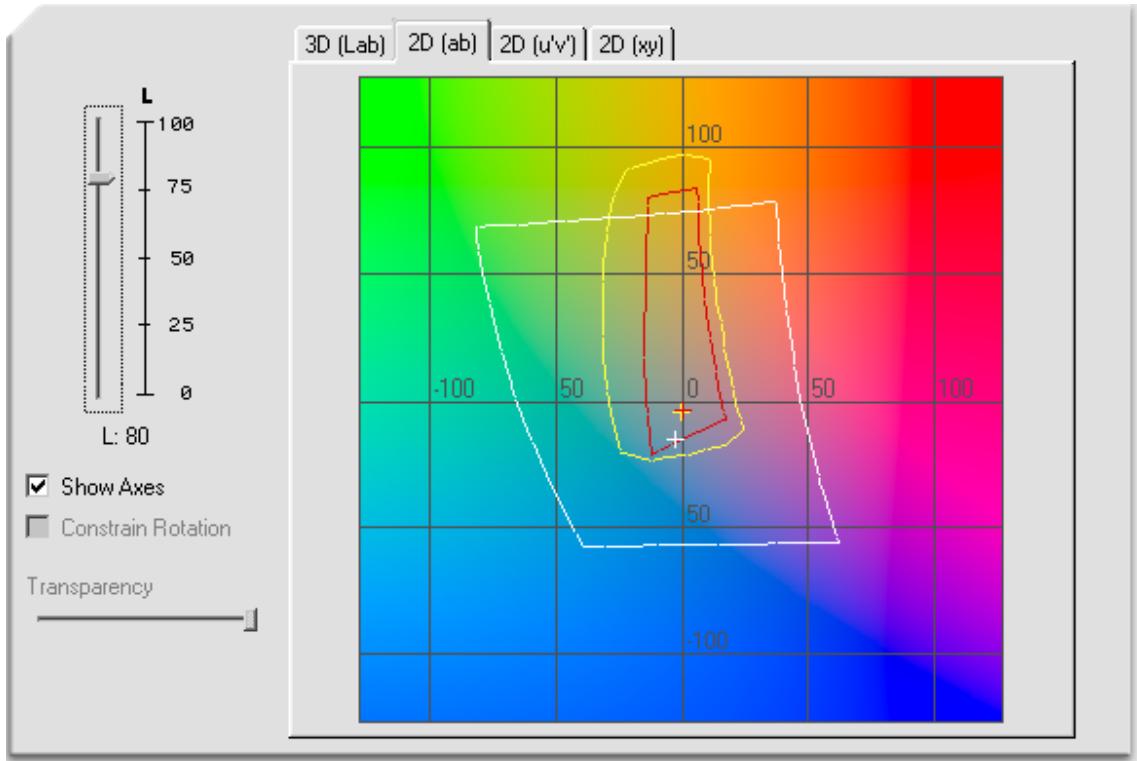


Рис. 73. Показаны охваты монитора с дисплеем Sony GDM F520 (белая линия), стандартного офсетного процесса на мелованных бумагах Euroscale Coated (красная линия), струйного принтера Epson 2100 на бумаге S041328 в сечении на уровне L80.

Современные мониторы не могут воспроизвести:

- насыщенные голубые тона в диапазоне 30–60L, легко воспроизводимые голубыми красками офсетного процесса и струйных принтеров;
- насыщенные желтые тона в районе 75–90L, легко воспроизводимые желтыми красками офсетного процесса и струйных принтеров;
- насыщенные фиолетовые и пурпурные тона в районе 25–50L, легко воспроизводимые бинарами принтеров (рис. 74).

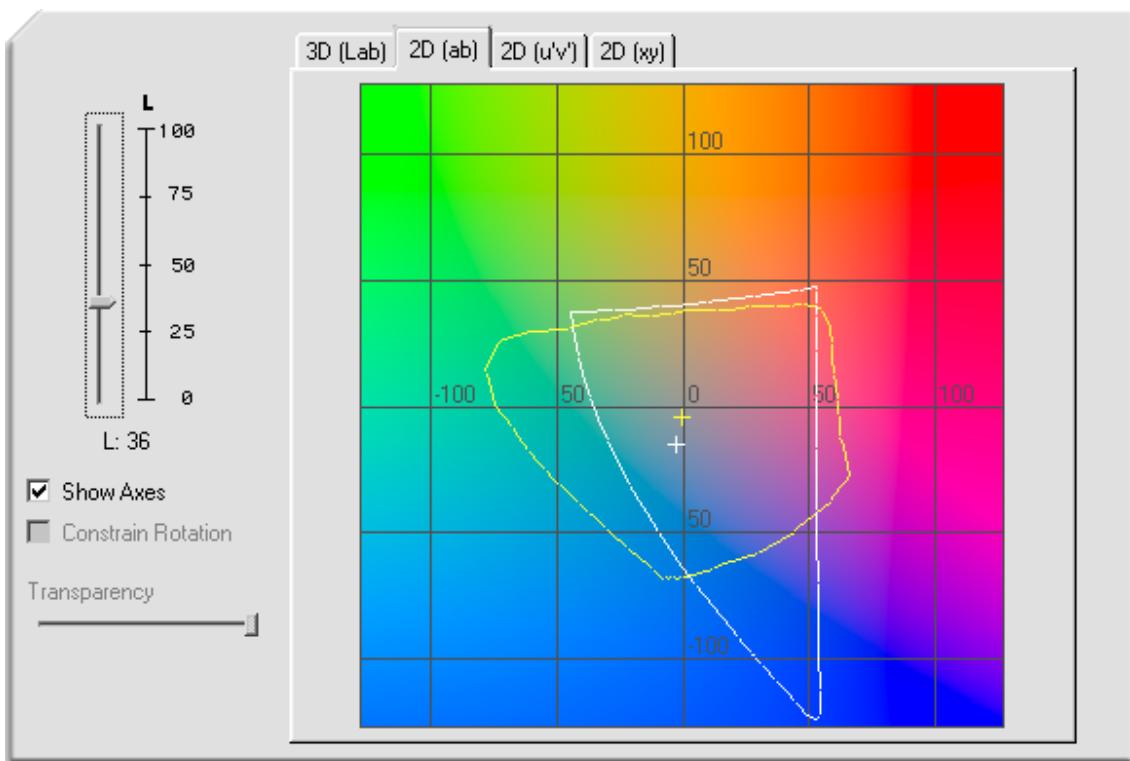


Рис. 74. Показаны охваты монитора с дисплеем Sony GDM F520 (белая линия) и струйного принтера Epson 2100 на бумаге S041328 в сечении на уровне L36.

Понятно, что данной проблемы не возникнет, если цветовой охват монитора будет больше цветового охвата печатающего устройства. Однако современные мониторы имеют недостаточную спектральную чистоту кардинальных стимулов и, следовательно, недостаточный цветовой охват.

Как уже говорилось, при экранной визуализации изображений CMS вынуждена прибегать к *gamut mapping (clipping)*. Цветокорректор должен учитывать данную особенность мониторов и контролировать отображение невоспроизводимых монитором цветов по панели info графического редактора или при помощи функции *Gamut Warning*.

Вторая проблема (несовпадение энергетических яркостей белых и черных точек монитора и отпечатка) становится актуальной тогда, когда требуется *одновременное сравнение* отпечатка с изображением на экране. Белая и черная точки, и соответственно энергетический контраст, у сравниваемых изображений должны быть одинаковыми, только в этом случае (при прочих равных условиях) изображения на мониторе и отпечатке будут одинаковыми визуально.

#### **Примечание:**

Необходимость одновременного сравнения возникает довольно часто: в фотостудиях, когда тиражный оттиск появляется практически сразу, и нужно убедиться в том, что он соответствует задуманному изображению; при печати принтерной цифровой пробы, чтобы проверить, правильно ли она выполнена, и т.п.

Наиболее правильным способом уравнивания белой и черной точек монитора и отпечатка является изменение параметров монитора-колориметра, что может быть достигнуто как за счет OSD-панели, так и за счет изменений, вносимых в LUT.

Мы уже говорили, что всегда есть возможность настроить монитор-колориметр как цветопробное устройство, установив белую и черную точку за счет регулировок передней панели дисплея. Однако в этом случае мы сможем эмулировать на мониторе только *один* печатный процесс.

Использование монитора как полифункциональной системы в большинстве случаев позволяет проводить одновременное сравнение экранного изображения с оттисками, выполненными с помощью различных печатных процессов. Для перехода от одного пруфинга к другому достаточно загрузить в операционную систему соответствующий профайл монитора, vcgt которого содержит такие данные LUT, которые уравнивают белую точку монитора с тиражной поверхностью на просмотром месте. При этом удобно пользоваться утилитой Display Profile — она позволяет моментально активизировать в системе нужный профайл (рис. 75). Такие профайлы должны быть построены пользователем заранее.



Рис. 75. Утилита Display Profile.

Когда тем или другим способом совпадение белой и черной точек будет достигнуто, изображение на экране будет являться практически *физиологической копией* потенциального оттиска (если не считать неизбежного gamut mapping (clipping) экранной визуализации), которая имеет одинаковый с оттиском энергетический контраст и почти идентичные цветовые координаты объектов (рис. 76).



Рис. 76. Одновременное сравнение экранного изображения и оттиска при уравненных белой и черной точках — отличия в контрасте и цветовом охвате изображений практически незаметны.

**Примечание:**

Физиологическая копия характеризуется тем, что сохраняет абсолютные значения цветовых координат объектов оригинала.

При необходимости одновременного сравнения лист тиражной бумаги устанавливают на просмотровом месте, вызывают Measure Tool\Monitor\Step1\Paper White и при поддержке Color Lab 2.77\Special\Color Calculator *визуально*<sup>22</sup> уравнивают светлоту и цветность белой точки экрана со светлотой и цветностью тиражной поверхности. Результат сохраняют в виде отдельного референса.

К примеру: Krasnokamsk-Uncoated\_150g.txt

Затем выполняют колориметрию патчей в Profile Maker 5.x.x\Monitor по стандартной схеме и строят профайла монитора. Данные из действующего LUT будут автоматически занесены программой в vcgt профайла, а утилита Display Profile в дальнейшем позволит пользователю оперативно выбирать нужный профайл.

К сожалению, данный вариант действий возможен, только если черные точки тиражных устройств энергетически более или менее близки друг к другу. Если же их отличие велико, то ситуация резко усложняется, так как на сегодняшний день потребуется аппаратная коррекция яркости черной точки монитора за счет OSD-панели, что лишит монитор полифункциональности. Однако мы надеемся, что фирма GretagMacbeth в ближайшее время предусмотрит возможность LUT-регулировки черной точки.

**Примечание:**

Альтернативным способом уравнивания белой и черной точек монитора и отпечатка является использование команд «Paper White» и «Ink Black» при включении соответствующих опций экранного пруфинга в графическом редакторе. Экранный пруфинг графических редакторов в данном случае воспроизводит цветовые

<sup>22</sup> Еще раз обращаем внимание на то, что зрение тренированного наблюдателя (оператора) обеспечивает очень высокую точность уравнивания.

координаты белой и черной точек тиражного устройства за счет того, что Intent на стадии CMYK→L\*a\*b\* (или RGB output→L\*a\*b\*) выполняется по Absolute colorimetric<sup>23</sup>.

По идеи, активизация этих флагков должна приводить белую и черную точку отображаемого файла к точным колориметрическим значениям этих точек на отпечатке. Однако существенным недостатком программного экранного пруфинга является то, что при расчете экранного показа черной точки тиражного устройства, как правило, допускается ошибка, связанная с тем, что графическому редактору неизвестно, каков реальный энергетический контраст данного монитора — в профайле монитора нет информации об абсолютных координатах его черной точки (что на наш взгляд является недоработкой ICC). Поэтому, выполняя компрессию по Absolute, графический редактор вынужден принимать черную точку монитора за X=0Y=0Z=0, что не соответствует действительности. В результате компрессия чаще всего оказывается слишком сильной, а энергетический контраст цветопробного изображения на экране ниже, чем у оттиска.

Для того чтобы компенсировать данный недочет, можно попробовать при калибровке монитора, рассчитанного на организацию нескольких видов цветопроб, добиваться максимально возможного энергетического контраста (желательно 2,9–3,0D) и тем самым минимизировать искажение при тоновой компрессии.

## Ошибки и неудачи, возникающие при колориметрической настройке мониторов

Авторы отдают себе отчет в том, что теоретический материал данной статьи, скорее всего, читателем пропущен или прочитан «по диагонали». Обращаем внимание на то, что весь практический материал основан на принципах и положениях, изложенных в теоретических главах, поэтому настоятельно рекомендуем вернуться к их изучению. Механическое выполнение практических шагов может, конечно, привести к вполне удовлетворительному результату, но может и не привести. Без понимания сути процессов и знания основ колориметрии невозможно получить предсказуемый и устойчиво повторяемый результат.

Прежде чем приступить к подробному рассмотрению основных проблем, отметим, что **львиная доля неудач связана с беспечным отношением руководства предприятий к общетеоретической подготовке цветокорректоров и организации их рабочих мест, то есть к созданию digital darkroom по стандарту ISO**. К сожалению, в подавляющем большинстве случаев комната цветокорректоров представляет собой помещение, где на потолке установлены светильники с дешевыми люминесцентными лампами, дающими неровный, «крапчатый» спектр, избыточную яркость, а также имеющими низкое значение CRI. Окна, как правило, вместо плотных нейтральных штор имеют лишь светлые полупрозрачные жалюзи, а отсутствие кондиционера приводит к тому, что фрамуги часто оказываются открытыми, и солнечный свет заливает все помещение. В редкой дизайн-студии или цифровой фотолаборатории встретишь козырьки на дисплеях, измерительное оборудование, а специализированные просмотровые устройства представляют собой исключительную редкость.

Как правило, настройщик, приглашаемый в организацию, сталкивается именно с таким положением дел, а его попытки произвести отладку подчас оказываются тщетны.

Ошибки и неудачи, возникающие при настройке мониторов, можно разделить на две больших категории: низкое качество настройки монитора как самостоятельного устройства и низкое качество экранной цветопробы.

<sup>23</sup> Экранный пруфинг графических программ Adobe позволяет при необходимости включать эмуляцию одной только черной точки тиражных устройств без эмуляции белой, что иногда может быть очень удобным в работе.

К отдельной (третьей) категории мы отнесли аппаратно-программные сбои, не связанные с ошибками пользователя.

Для удобства изложения наиболее часто встречающиеся проблемы, причины их возникновения и способы решения мы расположили в таблице. Проблемы расположены в порядке убывания вероятности возникновения. Причины возникновения проблем также расположены в порядке убывания вероятности.

Проблема	Возможные причины возникновения	Способ решения
<b>Настройка монитора как самостоятельного цветовоспроизводящего устройства</b>		
Любая проблема	<p>1. Невыполнение команды «Reset All Parameters» («All Reset») на передней панели дисплея перед началом работ.</p> <p>2. Недостаточный прогрев дисплея перед началом работ.</p> <p>3. Бликование ярких предметов на экране, внешняя подсветка экрана.</p>	<p>1. Выполнение команды «Reset All Parameters» («All Reset») и повтор всех мероприятий.</p> <p>2. Прогрев дисплея и повтор всех мероприятий.</p> <p>3. Устранение бликов и внешней подсветки. Повтор всех мероприятий.</p>
Серый Lab-градиент имеет выраженные хроматические участки.	<p>1. В операционной системе установлена разрядность экранного представления цвета 16 бит.</p> <p>2. Возможный сбой измерения одного-двух патчей в пятом степе.</p> <p>3. Плохо сфокусированы и/или сведены лучи катодных пушек дисплея.</p> <p>4. Использование колориметра для настройки монитора, у которого срок службы дисплея превышает 5 лет.</p> <p>5. Большие отличия поканальных native gammas.</p> <p>6. Слишком низкая энергетическая яркость белой точки.</p> <p>7. Дефект измерительного прибора.</p>	<p>1. Установка 32-битного представления.</p> <p>2. Повтор пятого стена.</p> <p>3. Фокусировка лучей катодной пушки при помощи регуляторов, скрытых в корпусе аппарата (выполняется специалистом по телевизионной технике)</p> <p>Тщательное сведение лучей кнопками передней панели дисплея. Выбор вблизи центра экрана участка с наилучшей фокусировкой и сведением лучей и размещение на нем апертуры измерительного устройства. Повтор измерений.</p> <p>4. Использование спектрофотометра.</p> <p>5. Коррекция RGB bias.</p> <p>6. Увеличение энергетической яркости белой точки.</p> <p>7. Замена измерительного прибора. Для X-Rite DTP-92 часто оказывается полезным «отдых» в течение 30–45 минут и/или охлаждение прибора до +4 ...+10°C</p>
Высокие значения dE при контроле качества профайла.	<p>1. Возможный сбой измерения одного-двух патчей тест-карты при построении профайла.</p> <p>2. Низкая частота экранной развертки — измерение одного-двух патчей тест-карты пришлось на послесвечение экрана.</p> <p>3. Ошибки, допущенные при конверсии аппаратных данных тесткарты в L*a*b*.</p> <p>4. Для LCD-дисплеев: деформация поверхности экрана под давлением измерительного устройства.</p> <p>5. Для LCD-дисплеев: неправильный выбор угла</p>	<p>1. Повторный промер и построение профайла. Отличные результаты дает серийный промер тест-карты с последующей отсортировкой бракованных референсов (как правило, 1 на 5 серий промеров) и усреднением оставшихся.</p> <p>2. Увеличение частоты экранной развертки.</p> <p>3. Повторная конверсия аппаратных данных тест-карты в L*a*b*.</p> <p>4. Ослабить давление.</p> <p>5. Изменить угол измерения (зависит от типа матрицы).</p> <p>6. Построение Large-профайла.</p>

	<p>прибора по отношению к поверхности LCD-дисплея. Разница может составить 5 дE и выше.</p> <p>6. Для LCD-дисплеев: непропорциональное изменение СРЭ при изменении интенсивности кардинальных стимулов.</p>	
Резкая потеря градаций в тенях изображений. Контрольные цифры тестового изображения плохо читаются или не читаются совсем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Вместо default ошибочно построен и используется Large-профайл монитора.</li> <li>Неверно выставлена энергетическая яркость черной точки.</li> <li>Аппаратный дефект дисплея, при котором монитор не может обеспечить требуемую энергетическую яркость черной точки (часто встречается у дисплеев Iiyama).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Перепостроение профайла по default.</li> <li>Повтор третьего, четвертого и пятого степов.</li> <li>Замена дисплея. Если замена невозможна, имеют смысл попытки привести монитор к меньшей гамма, например, к 1,8-1,5.</li> </ol>
После промеров, выполненных пятым степом Measure Tool\Monitor, белая точка резко отклоняется от цветовой температуры, достигнутой за счет аппаратных настроек в четвертом степе.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Низкая частота экранной развертки — измерение патча 255 255 255 пришлось на послесвечение экрана.</li> <li>Видеокарта низкого качества.</li> <li>Программный баг драйвера видеокарты</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Увеличение частоты экранной развертки.</li> <li>Повтор пятого ступени. Возможен неоднократный повтор.</li> <li>Замена видеокарты.</li> <li>Обновление драйвера видеокарты.</li> </ol>
Энергетическая яркость белой точки не доходит до нижней границы ISO-стандарта (<80 cd/m <sup>2</sup> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ошибка выбран параметр дисплея Video Level 1V.</li> <li>Невыполнение команды «Reset All Parameters» («All Reset», «Recall») на передней панели дисплея перед началом работ.</li> <li>Недостаточный прогрев дисплея перед началом работ.</li> <li>«Состарившийся» дисплей.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Выбор Video Level 0,7V.</li> <li>Выполнение команды «Reset All Parameters» («All Reset») и повтор всех мероприятий.</li> <li>Прогрев дисплея и повтор всех мероприятий.</li> <li>Замена дисплея.</li> </ol>

#### Использование монитора как цветопробного устройства

Любая проблема	Возможные неудачи при настройке монитора как самостоятельного цветовоспроизводящего устройства	Исключить ошибки настройки монитора как самостоятельного цветовоспроизводящего устройства.
Резкое несоответствие голубых тонов пробного изображения на экране и голубых тонов отпечатка	Несоответствие цветовых охватов монитора и тиражного устройства	Неустранимо.
Общее несоответствие пробного изображения и оттиска	<ol style="list-style-type: none"> <li>Неправильное и нестабильное освещение на просмотром месте. Отсутствие специализированных просмотровых устройств. Использование освещения с низким качеством источников или внешнего (дневного)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Организация digital darkroom по ISO 3664.</li> <li>Правильный выбор профайла тиражного устройства.</li> <li>Обновление версии CMM Kodak Digital Science.</li> </ol>

	<p>освещения в качестве просмотрового.</p> <p>2. Неправильный выбор профайла тиражного устройства.</p> <p>3. Низкое качество CMM.</p>	
Несоответствие экранной эмуляции цвета тиражной поверхности при организации пробы по «Paper White» (редакторы Adobe) или «Absolute colorimetric» (Corel Draw, Corel Ventura, Macromedia FreeHand)	<p>1. Низкая энергетическая яркость белой точки монитора и освещенности просмотрового места.</p> <p>2. Смена сорта поверхности (бумаги) без построения нового профайла тиражного устройства.</p> <p>3. Неправильный выбор профайла тиражного устройства в опциях экранной пробы.</p> <p>4. Низкое качество CMM (Corel Draw, Corel Ventura, Macromedia FreeHand).</p>	<p>1. Повышение энергетической яркости белой точки монитора и освещенности просмотрового места.</p> <p>2. Редакция профайла тиражного устройства: промер цветовых координат поверхности и замена ими старых в Profile Editor.</p> <p>3. Правильный выбор профайла тиражного устройства.</p> <p>4. Обновление версии CMM Kodak Digital Science.</p>

### Аппаратно-программные сбои

#### Общие

В интерфейсе первого ступени Measure Tool\Monitor отсутствуют списки «Gamma» и «Brightness». Программа сообщает: «Your system does not support gamma curve adjustments. This tool helps you to adjust the white point of your monitor manually».	<p>1. Отключен аппаратный ускоритель видеокарты.</p> <p>2. Память видеоадаптера не имеет LUT-области (встречается в устаревших моделях видеокарт).</p>	<p>1. Включение аппаратного ускорителя: для PC — Display Tools\Settings\Advanced\Troubleshoot\Hardware acceleration → Full</p> <p>2. Замена видеокарты или неполная калибровка, ограниченная аппаратной установкой параметров белой точки под контролем четвертого ступени и построение Large-профайла.</p>
Во втором ступени Measure Tool\Monitor (установка черной точки) стрелка индикатора движется рывками или мечется, поймать центральное положение не удается или удается с трудом.	<p>1. В операционной системе установлена разрядность экранного представления цвета 16 бит.</p>	<p>1. Установка 32-битного представления.</p>

### Платформа PC

#### Специфичные для спектрофотометров GretagMacbeth

Не отмечено

—

—

#### Специфичные для колориметра EyeOne Display

Нет данных

—

—

#### Специфичные для колориметра X-Rite DTP-92 (USB)

Ни одна из программ пакета Profile Maker 5.x.x не определяет измерительный инструмент.

Неподходящая версия драйвера устройства

Заменить драйвер (драйвер X-Rite DTP-92 USB)

Во втором ступени Measure Tool\Monitor (установка черной

1. Конфликт колориметра с периферийными USB- или COM-

Отключение периферийных USB- и COM-устройств, выгрузка их

точки) стрелка индикатора движется рывками или мечется, поймать центральное положение не удается или удается с трудом.	устройствами. 2. Нагрев колориметра выше 23°C	программного обеспечения из автозапуска операционной системы, перезагрузка компьютера. 2. Охлаждение колориметра до 15-17 градусов.
Платформа Macintosh		
<i>Специфичные для спектрофотометров GretagMacbeth</i>		
Ни одна из программ пакета ProfileMaker 5.x.x не определяет спектрофотометр.	1. При подключении через Serial Port — неправильно выбран порт или порт занят другой программой. 2. При подключении через USB-порт — недостаточное питание для переходника Serial→USB.	1. Выбрать нужный или освободить порт (выйти из программ). 2. Использовать USB-порт системного блока, а не клавиатуры.
<i>Специфичные для колориметра EyeOne Display</i>		
Нет данных	—	—
<i>Специфичные для колориметра X-Rite DTP-92</i>		
Те же, что и на PC	—	—

## Патронаж колориметрически настроенных мониторов

Срок службы профессионального CRT-дисплея примерно семь лет. За этот период происходит т.н. «старение» люминофоров: постепенное снижение их относительной световой отдачи и некоторое изменение спектральных характеристик. Последнее чаще всего проявляется в смещении пиков в сторону больших длин волн. При этом монитор не теряет свойств трехстимульного визуального колориметра, а регулярная проверка и колориметрическая подстройка позволяют эффективно эксплуатировать аппарат весь срок его службы. Колориметрически старение люминофоров в основном проявляется в постепенном понижении энергетической яркости белой точки и плавном понижении ее цветовой температуры. График старения люминофоров CRT-дисплея показан на рис. 77.

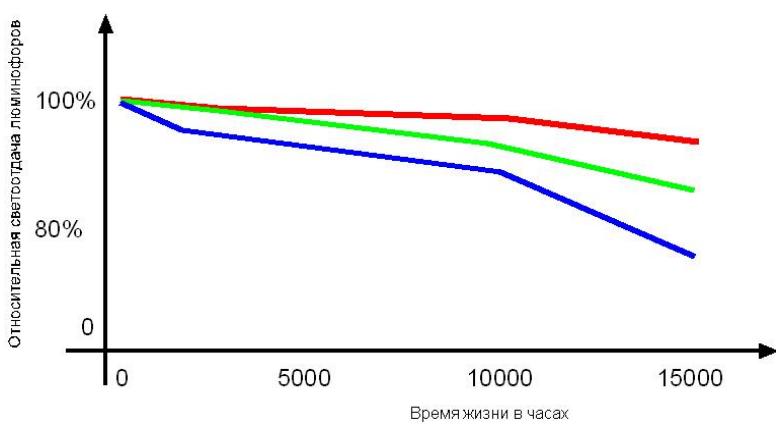


Рис.77. График старения люминофоров CRT-дисплея (по данным Barco).

Широко распространено мнение, будто видеосистемы после калибровки требуют регулярной колориметрической проверки и подстройки, которая должна проводиться чуть ли не каждый день или, по крайней мере, один раз в неделю. Столь категоричное мнение ошибочно: опыт настройки и патронажа десятков мониторов свидетельствует о том, что причиной отклонений параметров настройки от требуемых значений в абсолютном большинстве случаев является неквалифицированное вмешательство операторов в эти настройки, а также беспечное отношение к освещению на рабочем месте (произвольная смена интенсивности и характера освещения, дневной свет в помещениях дизайн-студий, изменение окраски стен и т.п.).

Стабильность работы профессиональных CRT-дисплеев очень высока: к примеру, ежемесячный замер в течение полутора лет белой точки дисплея SONY GDM F520 показал величину отклонения цветовых координат белой точки ( $dE$ ) в пределах 0,13-0,27. За год это отклонение составило 1,1. Сходные результаты были получены при оценке стабильности гаммы и цветовых координат кардиальных стимулов. Стабильность колориметрических показателей дисплея Mitsubishi 2070 SB, снимавшиеся один раз в две недели в течение четырех месяцев, оказались примерно такими же, как и у SONY GDM F520. Таким образом, колориметрическая проверка работы калиброванного высококачественного монитора требуется не чаще, чем один раз в полгода-год.

Несмотря на то, что стабильность работы CRT-дисплеев очень высока, не следует спешить выполнять колориметрическую настройку монитора сразу после покупки дисплея: в первый месяц работы происходит резкое падение светоотдачи люминофоров (на 10-15%), а затем следует выход в стабильный рабочий режим. Поэтому, как мы говорили выше, перед настройкой дисплею следует дать поработать не меньше месяца.

Оператор, выполняющий колориметрическую настройку мониторов в разных организациях, может оградить себя от необходимости регулярных патронажных визитов в эти организации, если убедит пользователей графических станций: во-первых — не спешить с колориметрической настройкой мониторов со «свежекупленными» дисплеями, во-вторых — принять меры по защите кнопок передней панели дисплеев от несанкционированного доступа. Самой простой и вполне эффективной мерой защиты является заклеивание кнопок передней панели дисплея куском бумаги с предупреждающей надписью. Некоторые модели дисплеев имеют функцию «Lock», но эта мера не столь надежна, так как всегда найдется «умелец» (как правило, это системный администратор или новый сотрудник, считающий себя специалистом), который с легкостью вскроет данную защиту.

Если аппаратные настройки дисплея остаются неизменными (при условии неизменности освещения на рабочем месте цветокорректора), а референсы калибровки и профайлы монитора надежно сохранены, то большинство возникающих проблем может быть решено путем телефонных консультаций.

#### **Примечание:**

Рекомендация настройщикам: по окончании работы референсы всех клиентов записывать на отдельный архивный носитель. Со временем накопится статистический материал, имеющий как прикладную, так и научную ценность.

К сожалению, авторы пока не располагают статистическими данными о «возрастных изменениях», свойственных LCD-дисплеям. Наблюдение за одним экземпляром EIZO GC-18 показало, что через год после приобретения ощутимо повысилась относительная остаточная яркость «синего» колоранта, что вероятнее всего связано с «износом» запирающих кристаллов. Также можно предположить, что со временем происходит естественное старение люминофоров источника света и изменение его спектральных характеристик.

Замена отдельных комплектующих компьютера (и даже материнской платы, при условии, что видеоадаптер остается прежним), смена операционной системы, обновление драйверов видеоадаптера, как правило, не требуют колориметрической перенастройки монитора. Замена же видеоадаптера (даже на экземпляр той же марки) всегда требует полной колориметрической перенастройки видеосистемы.

Отметим также, что на стабильности настроек CRT-дисплеев крайне неблагоприятно оказывается транспортировка, особенно в зимнее время.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### *Визуальная оценка качества источников освещения*

Инструментальная оценка индекса метамеризма источников освещения достаточно сложна. Для визуальной оценки источника освещения (по данному параметру) ISO рекомендует рассматривание оттисков, выполненных одним из следующих цветовоспроизводящих устройств (см. таблицу).

Цветовоспроизводящие устройства, рекомендованные ISO для визуальной оценки индекса метамеризма источников освещения

Процесс	Устройство
Electrophotography (dry toner)	Canon CLC 800 Xerox DocuColor 40
Electrophotography (liquid toner)	Indigo E-Print 1000
Ink jet (continuous)	Scitex Iris
Ink jet (solid)	HP Design Jet 750
Thermal transfer (dye sublimation)	Tektronix Phaser 440
Silver halide	Fuji Pictography 3000
Photomechanical	Fuji Color-Art

Если взять два экземпляра тестового изображения (в котором обязательно должен присутствовать нейтральный градиент и набор низконасыщенных патчей), выполненных, к примеру, струйным принтером HP DesignJet 750, и первый экземпляр расположить под светом источника, качество которого не вызывает сомнений, а второй экземпляр расположить под светом тестируемого источника, то:

— если оба изображения выглядят одинаково, то можно говорить о высоком качестве тестируемого источника;

— если между изображениями появляется выраженное тоновое и хроматическое отличие (особенно в «нейтральных» патчах), то говорят о низком качестве тестируемого источника.

Однако проведение даже такой процедуры связано с определенными, чаще сугубо организационными, сложностями, так как высококачественного источника, который можно использовать в качестве эталона, может не оказаться под рукой. Поэтому для контроля приобретаемого просмотрового оборудования можем посоветовать следующую методику.

В графическом редакторе готовят тестовое изображение, главным объектом которого является нейтральный градиент от L0 a0 b0 до L100 a0 b0 шириной не менее 1 см и длиной не менее 15 см. Дополнительно можно ввести в изображение набор патчей невысокой насыщенности, а также лицо человека. Печатают данное изображение размером примерно А4 на высококачественной полуглянцевой бумаге, не содержащей отбеливателей, с помощью спектрометрических характеристикированного струйного принтера HP DesignJet 750 (рекомендован ISO), либо с помощью любого другого струйного принтера Hewlett Packard, либо при помощи характеристизированного цифрового фотоминилаба на матовой бумаге Kodak Professional. Качество оттиска контролируют спектрометрически, промеряя нейтральный градиент в режиме относительных измерений по всему диапазону (программа Key Wizard 2.5). Если градиент лежит в нейтральном коридоре «ширины» dE=1,5 (не считая самых глубоких теней и самых высоких светов), то изображение пригодно к использованию в качестве тестового.

**Внимание! Изображения, выполненные офсетным способом, не могут использоваться в качестве тестовых.**

Такое изображение рассматривают в свете тестируемого источника после его 15–20-минутного прогрева (в это время наблюдатель должен адаптироваться по свету данного источника). Диагностическую ценность имеет лишь впечатление, удерживающееся в течение первых 15–20 секунд.

Если индекс метамеризма данного источника достаточно мал, то градиент будет выглядеть нейтральным и каких-либо выраженных неравномерных хроматических сдвигов в нем не возникнет. Допускается появление легкого равномерного хроматического сдвига (рис. 78).

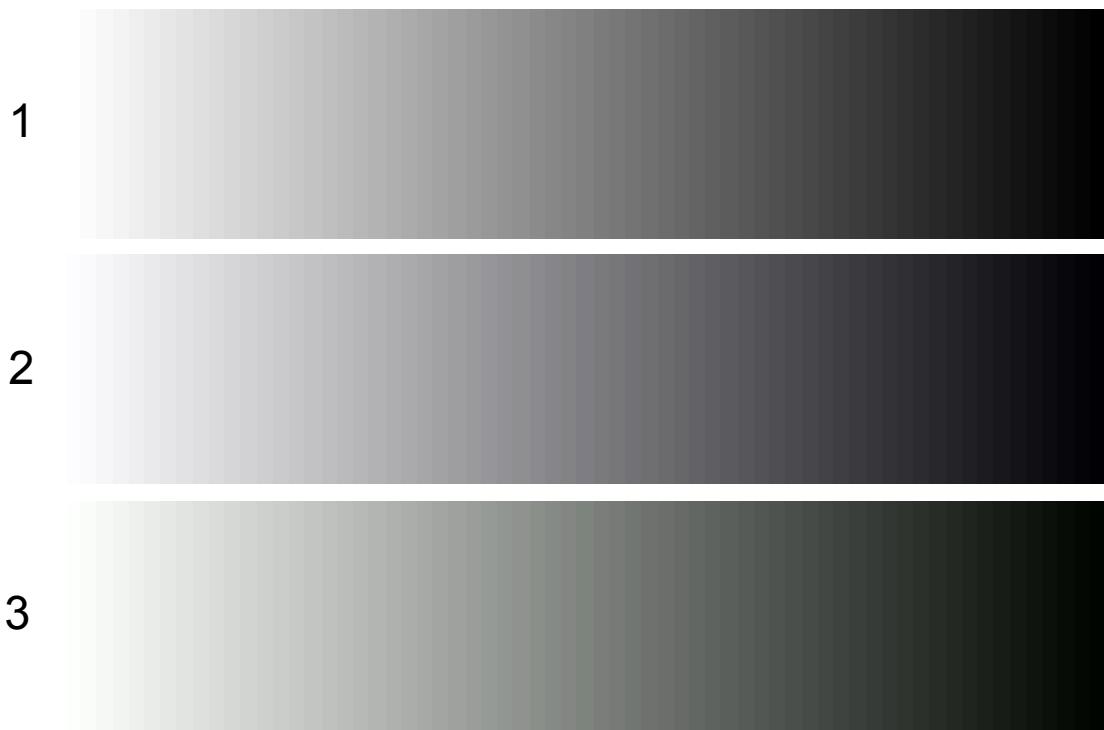


Рис. 78. Так выглядит тестовый градиент в свете источника с низким индексом метамеризма. 1 — отлично; 2 — легкий равномерный хроматический сдвиг в синюю сторону (допустимо); 3 — легкий равномерный хроматический сдвиг в зеленую сторону (допустимо).

Если индекс метамеризма велик, то градиент перестает быть нейтральным и в нем появляются неравномерные хроматические сдвиги или (реже) выраженный равномерный хроматический сдвиг (рис. 79).

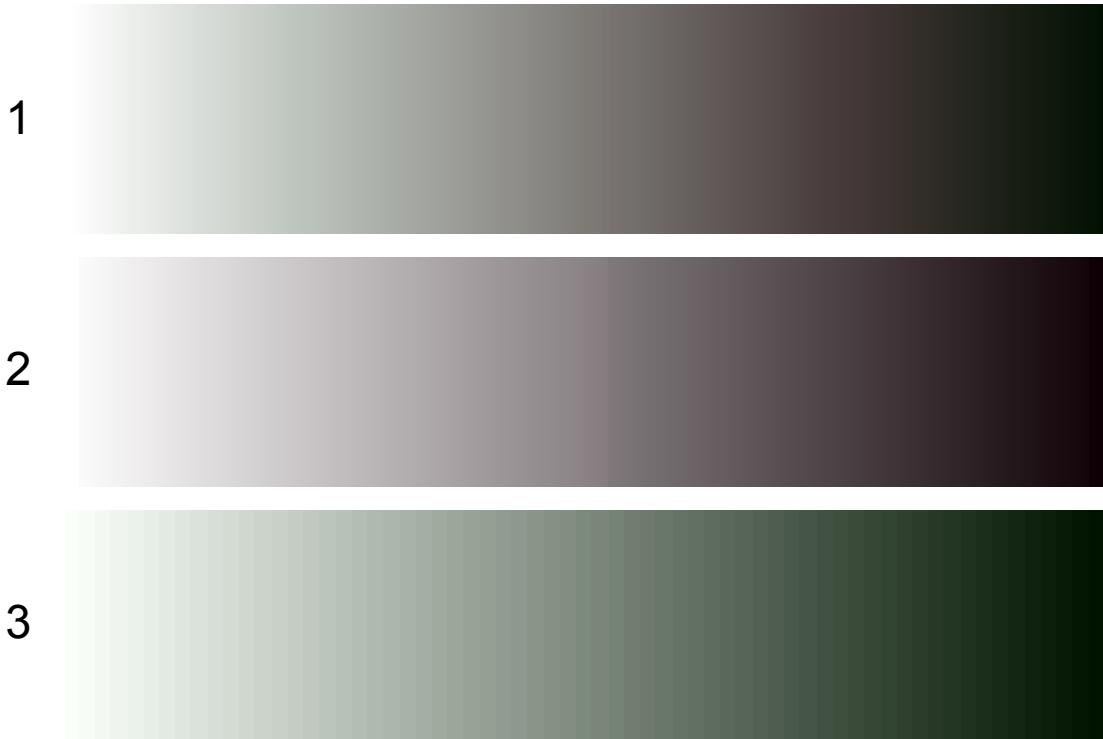


Рис. 79. Так выглядит тестовый градиент в свете источника с высоким индексом метамеризма. 1 — неравномерный хроматический сдвиг; 2 — выраженный равномерный хроматический сдвиг в пурпурную область (характерен для люминесцентных ламп PHILIPS); 3 — выраженный равномерный хроматический сдвиг в зеленую область (характерен для отечественных люминесцентных ламп и ламп OSRAM).

Пользователю, у которого нет возможности заранее подготовить тестовое изображение, остается лишь помнить о данном параметре оценки качества источников и о необходимости контролировать его по заводской спецификации изделия.

#### *Настройка видеосистем с двумя дисплеями*

С появлением в продаже графических плат с двумя-тремя видеовыходами широкую популярность приобрели графические станции, оснащенные двумя дисплеями, где дополнительный дисплей берет на себя функцию вспомогательного экрана, предназначенного для размещения палитр инструментов графического редактора.

С одной стороны, ограниченная миссия второго экрана не требует обязательного выполнения полной схемы колориметрической настройки, включающей в себя гамма-приводку и построение профайла, с другой стороны, необходимо, чтобы белая точка второго дисплея была колориметрически уравнена с белой точкой первого, то есть поддерживала единый уровень адаптации по белому (в противном случае видеосистему нельзя считать колориметрически настроенной, а результат цветокоррекции изображений достоверным). Поэтому первым и подчас единственным мероприятием является установка требуемой цветовой температуры и энергетической яркости белой точки при поддержке четвертого ступени Measure Tool\Monitor.

Как мы уже сказали, гамма-приводка желательна, но необязательна, тем более что и по сей день производители программного обеспечения видеоадаптеров не могут добиться корректной и согласованной работы параллельного LUT.

Нет согласованности и в работе профайлов в двухдисплейных системах. В связи с таким положением дел мы не можем дать каких-либо внятных практических рекомендаций по гамма-приводке и характеризации второго канала видеосистемы, но из сказанного очевиден вывод, что дополнительный дисплей должен отвечать следующим требованиям:

1. Иметь аппаратную функцию RGB gain (желательным является наличие и RGB Bias).
2. Обеспечивать энергетическую яркость белой точки не ниже, чем яркость белой точки основного дисплея при требуемой цветовой температуре.

Второе требование не является жестким: к примеру, если второй экран используется для размещения инструментария программ Adobe, где практически все поля имеют нейтрально-серый цвет, то влияния на светлотную адаптацию по белому не будет, а критичным окажется лишь требование единой хроматической адаптации.

Мы видим, что создание видеосистемы с двумя экранами требует ответственного выбора вспомогательного дисплея. Самой распространенной и досадной ошибкой является попытка установки в качестве дополнительного дисплей низкого (офисного) класса, который чаще всего не имеет RGB gain и не обеспечивает нужной энергетической яркости белой точки. По упомянутым причинам попытки регулировки цветовой температуры и энергетической яркости белой точки при помощи второго LUT скорее всего не дадут желаемого результата, и в конечном итоге вред от смещения точки хроматической адаптации будет существенно большим, чем удобство от освобождения полезной площади основного экрана.

### Настройка опций пруфинга графических редакторов

Независимо от того, какой редактор осуществляет экранную цветопробу, схема ее работы всегда одинакова:

1. Ресемплинг файла изображения в экранное разрешение.
2. Выполнение преобразований, описанных в главе «Использование монитора как цветопробного устройства».

### Графические редакторы Adobe

В графических редакторах Adobe последних версий экранный пруфинг организуется однотипно, поэтому рассмотрим ее лишь на примере Adobe Photoshop CS.

Во View\Proof Setup\Custom обнаруживаем следующие настройки:

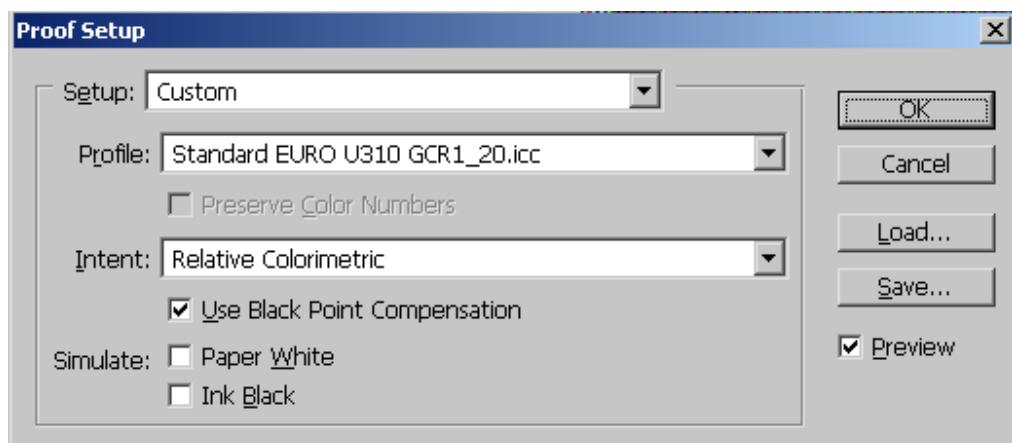


Рис. 80.

В списке «Profile» следует выбрать профайл того тиражного устройства, цветовоспроизведение которым нужно эмулировать на экране.

В списке «Intent» следует выбрать тот режим компрессии, который предполагается использовать при реальном «цветоделении» рабочего файла.

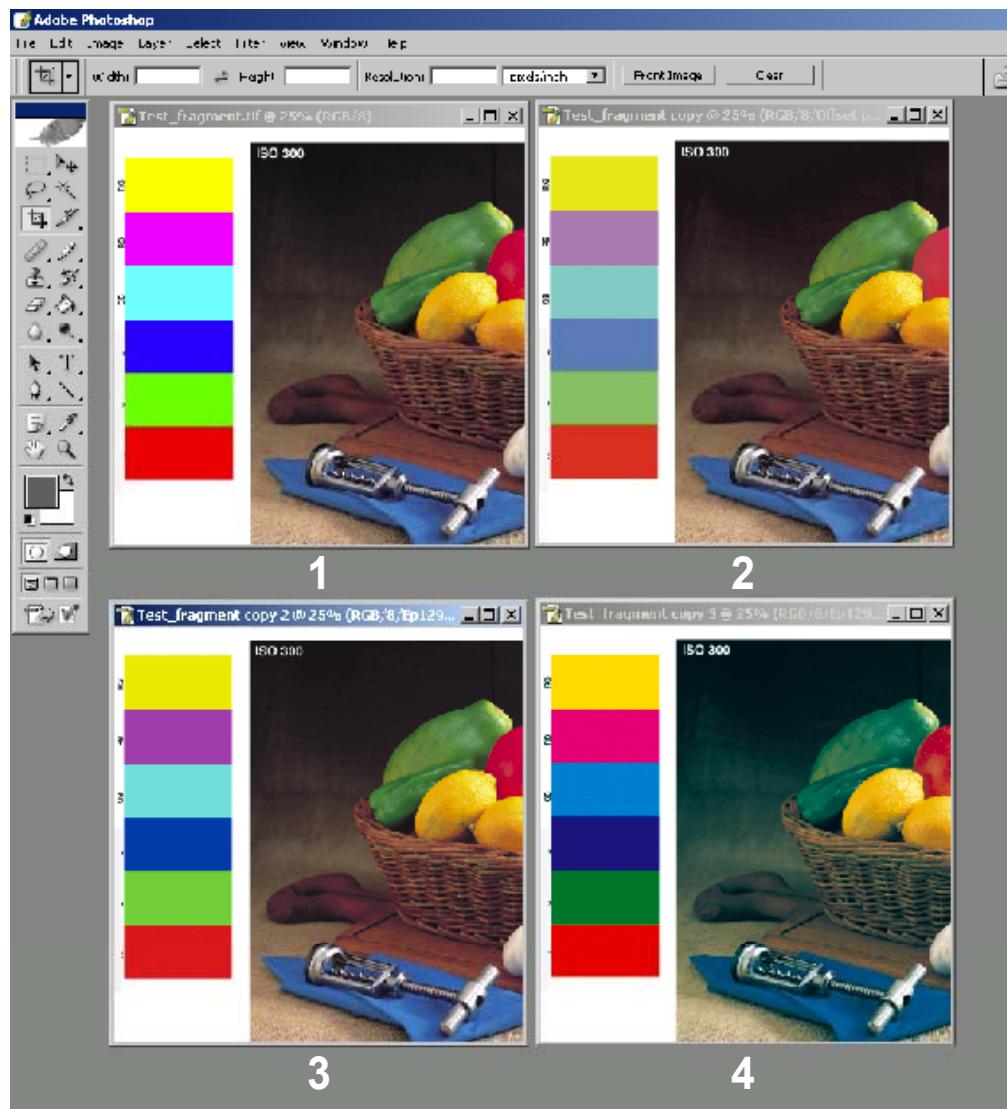
С другой стороны, можно, выбирая в данном списке разные варианты компрессии, проследить за тем, как будет меняться изображение при том или ином способе и выбрать наиболее подходящий для предстоящей конверсии изображения в аппаратные данные тиражного устройства («цветоделения»).

Включение/отключение флашка «Use black point compensation» демонстрирует результат его включения/отключения при реальном «цветоделении».

Флашок «Paper White» при включении воспроизводит на экране цвет поверхности, на которой будет производиться тиражирование, взяв цветовые координаты поверхности из профайла эмулируемого устройства (белая точка устройства). При этом происходит автоматическое включение флашка «Ink Black», демонстрирующего то, насколько снизится энергетический контраст отпечатанного изображения по сравнению с изображением в файле (за счет повышения светлоты черной точки изображения).

Самостоятельно флашок «Ink Black» демонстрирует лишь то, насколько снизится энергетический контраст изображения по сравнению с изображением в файле, но эмуляции цвета тиражной поверхности при этом не произойдет (поэтому для получения достоверной пробы белая точка монитора в этом случае должна быть уравнена с тиражной поверхностью на просмотром месте)

Большим достоинством Photoshop является то, что экранный пруфинг разных печатных процессов может быть выполнен для разных файлов одновременно (Рис. )



1 — тестовый оригинал в аппаратных данных sRGB; 2 — экранный пруфинг, эмулирующий еврооффсетную печать на немелованных бумагах; 3 — экранный пруфинг, эмулирующий печать принтера Epson 1290 на бумаге Epson S041328 по RGB-output профайлу (флажки «Ink Black» и «Paper White» не включены); 4 — то же, но с включенным флажком «Preserve Color Numbers»: печать с неизмененными аппаратными данными в файле, то есть без конверсии по профайлу устройства.

В случаях 2 и 3 хорошо виден результат компрессии высоконасыщенных цветов оригинала (прямоугольные патчи). Цвета средней и малой насыщенности (фрагмент корзины с фруктами, штопор) практически не подвергся цветоискажениям.

Когда тип данных в файле совпадает с типом данных тиражного устройства (например, цветокоррекция в sRGB, а тиражное устройство использует RGB-output profile) становится активным еще один флажок опций экранной цветопробы: «Preserve Color Numbers». Его миссия в том, чтобы продемонстрировать пользователю результат печати *без конверсии по профайлу тиражного устройства*. То есть, Proof Setup в этом случае покажет то, что получится на печати, если аппаратные данные, в которых производилась цветокоррекция, неизмененными отправить на печатающее устройство (Рис.).

## Графический редактор Macromedia FreeHand

CMS Macromedia FreeHand всю историю существования программы практически не развивалась. Вплоть до версии 11.01 она оставалась на уровне середины 90-х годов, о чем, в частности, свидетельствуют даты файлов CMM (1996 год). CMS Macromedia FreeHand основана на работе CMM Kodak Digital Science (файлы: kpcp32.dll, kpsys32.dll, sprof32.dll). Последнее обновление программы до версии 11.02 устанавливает CMM Kodak Digital Science версии 5.1.1.0 (файл kodakcms.dll, 2003 г.).

Прежде чем производить настройку экранного пруфинга версий до 11.01 включительно настоятельно рекомендуем скачать с [www.kodak.com](http://www.kodak.com) обновленный вариант указанных файлов и заменить ими те, что появятся в папке C:\Program Files\Macromedia\FreeHand после инсталляции программы. Попытки программистов подключить к FreeHand файлы CMM других производителей пока не увенчались успехом.

Программа FreeHand ориентирована на две категории работ: тиражирование изображений в полиграфии (CMYK-профайлы устройств) и Web-дизайн. Поэтому корректная эмуляция печати, скажем на фотоминилабе (RGB-output профайлы) к сожалению, невозможна.

FreeHand организует экранный пруфинг, «полагая», что все изображения в документе будут тиражироваться на одном и том же устройстве, поэтому возможности раздельного пруфинга изображений у программы нет.

Настройка экранного пруфинга для показа RGB-файлов, предназначенных для дальнейшего полиграфического тиражирования (CMYK-устройства) производится следующим образом: в «Preferences», на закладке «Color», в секции «Color Management», в списке «Type» следует выбрать Kodak Digital Science.

Затем, следует выбрать кнопку «Setup» и в появившемся «Color Management Setup» произвести настройку.

В списке «Monitor» выбрать действующий профайл монитора, предварительно скопировав его в C:\Program Files\Macromedia\FreeHand\ICM.

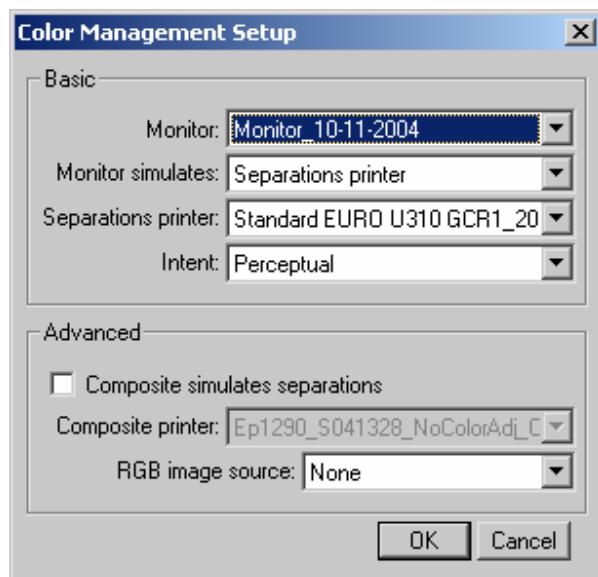
### **Примечание:**

FreeHand до версии 11.x.x. не распознает профайлов, имеющих расширение \*.icc. Поэтому после копирования следует изменить расширение файла в \*.icm.

В списке «Monitor simulates» выбрать «Separations printer».

В списке «Separations printer» выбрать профайл эмулируемого устройства.

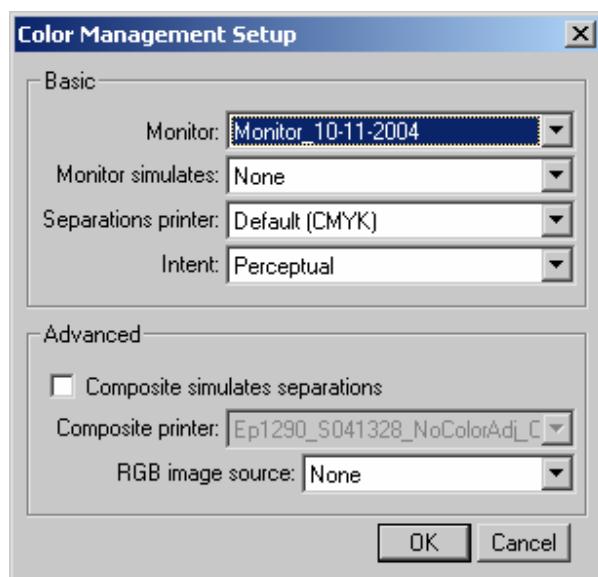
В списке «Intent» приходится всегда выбирать Perceptual, поскольку остальные варианты возможной компрессии работают плохо (рис. )



Настройка экранного отображения CMYK-файлов идентична тому, что сказано выше.

Интерпретация CMYK-данных в  $L^*a^*b^*$  проходит по тому профайлу, что указан в «*Separations printer*». Выбирая в «*Separations printer*» тот или иной CMYK-профайл, мы на экране видим результат печати данного CMYK-файла на том или ином CMYK-устройстве.

Настройка экранного отображения RGB-файлов, предназначенных для дальнейшего Web-тиражирования показана на рис.



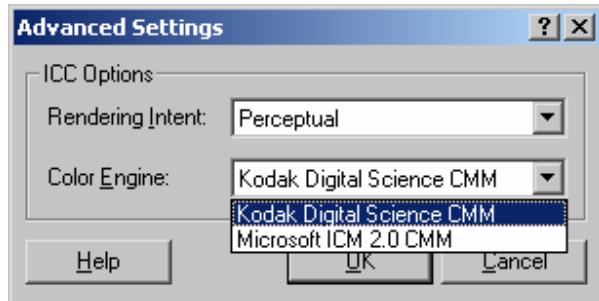
Профайл, установленный в «*Separations printer*», в данном случае не имеет никакого значения и не оказывает никакого влияния на экранный показ.

\* \* \*

Следует иметь в виду, что CMS FreeHand не умеет интерпретировать аппаратные данные в  $L^*a^*b^*$  по профайлу, прикрепленному к изображениям. Прикрепленный профайл остается незадействованным.

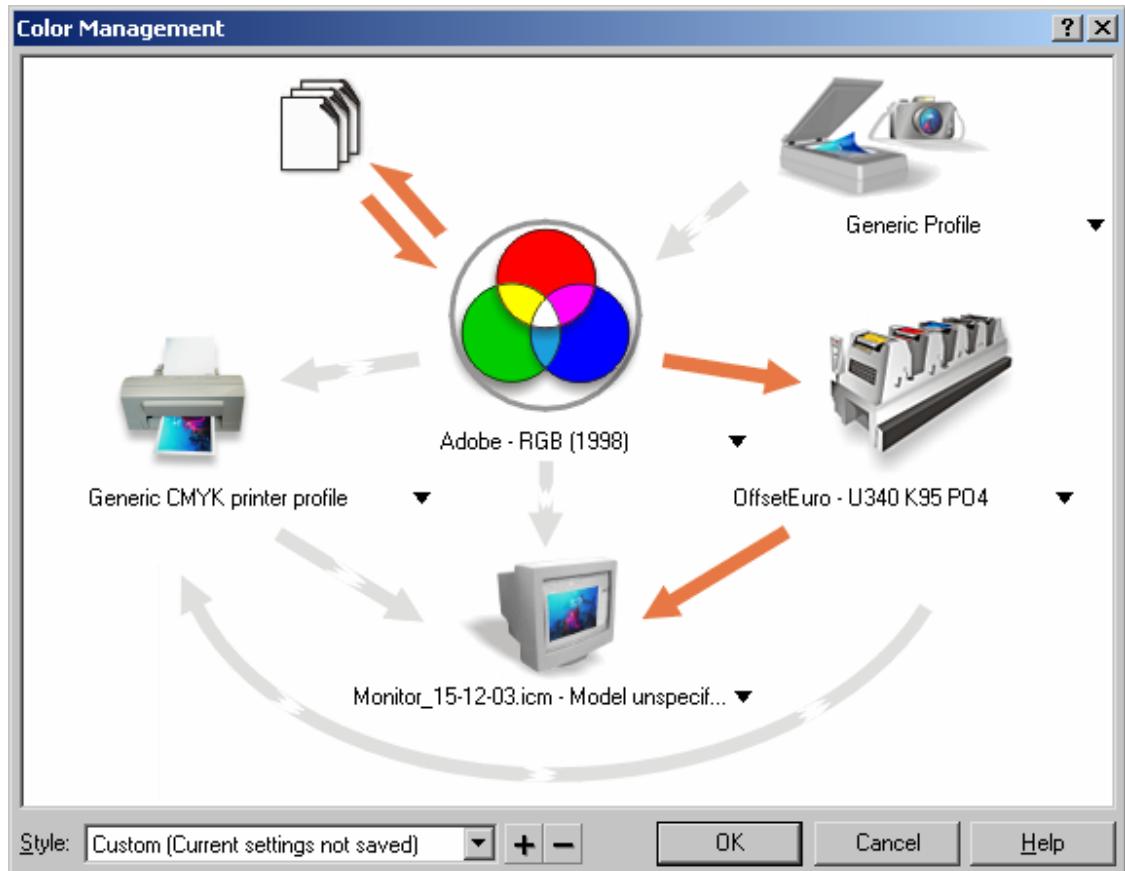
## Графические редакторы Corel

Базовый СММ графических редакторов Corel — это Kodak Digital Science. В этом можно убедиться, щелкнув на центральной иконке интерфейса CMS.



Как было сказано выше, интеграция Microsoft ICM 2.0 СММ программистами Corel проведена неудачно и экранная визуализация файлов с его использованием недостоверна.

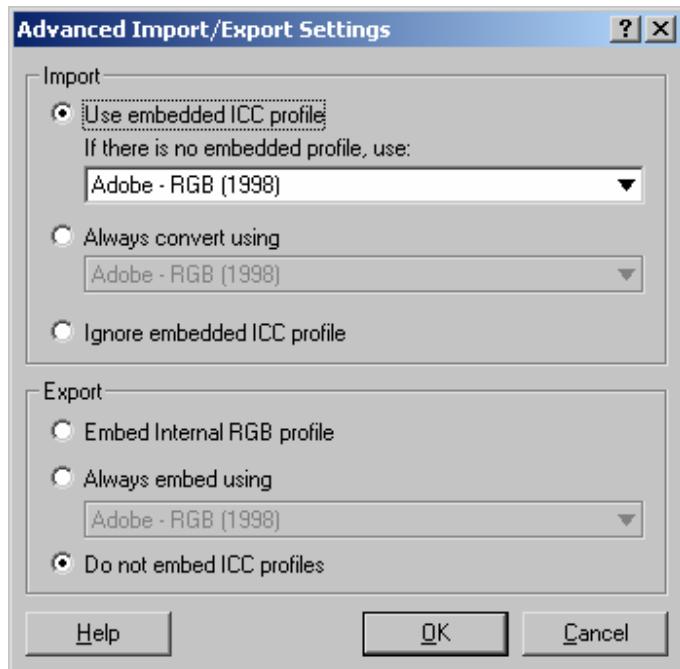
Интерфейс CMS последних версий Corel Draw, Corel Photopaint и Corel Ventura однотипен, интуитивен и не вызывает затруднений в настройке.



Стандартная настройка экранной цветопробы в графических программах Corel

Отметим только, что:

— CMS Corel способен распознавать и интерпретировать аппаратные данные файлов в цветовые координаты по прикрепленным профайлам устройств. По умолчанию данная функция отключена. Чтобы запустить ее необходимо вызвать настройки, щелкнув на иконке «Import/Export» («Листы бумаги» в левом верхнем углу интерфейса);

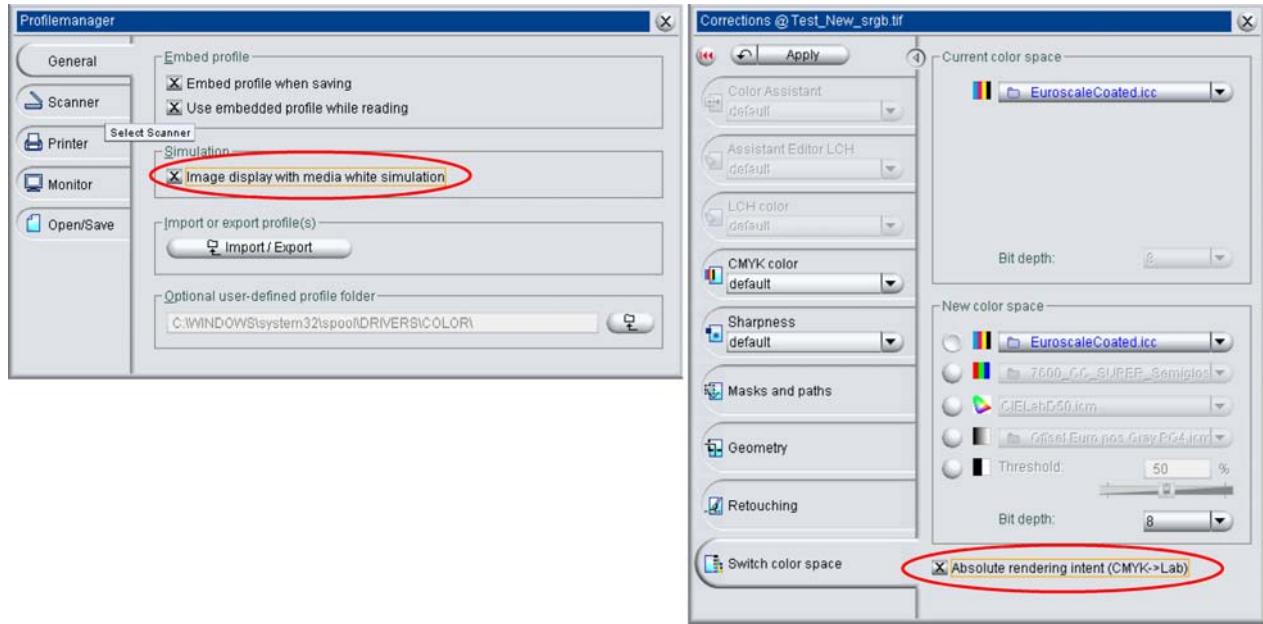


— CMS Corel распознает профайлы с расширением \*.icc;  
— возможности раздельного экранного пруфинга файлов изображения в программах Corel, к сожалению, нет.

#### Программа Heidelberg NewColor

Опций экранной цветопробы не имеет, но показ «цветоделенных» файлов может проходить в трех вариантах:

1. С экранной эмуляцией черной точки тиражного устройства: Corrections\Switch color space → флагок «Absolute rendering intent (CMYK→Lab)» активирован.
2. С экранной эмуляцией белой и черной точек тиражного устройства: к указанному флагку добавляется включение флагка «Image display with media white simulation», находящегося в Profile Manager\General.
3. Оба флагка отключены. Белая и черная точки тиражной поверхности не эмулируются.



## Настройка видеосистемы с помощью Adobe Gamma

Тем, кто не может воспользоваться измерительным оборудованием на помощь придет утилита Adobe Gamma, которая автоматически устанавливается вместе со всеми графическими пакетами Adobe. Для успешного использования утилиты настоятельно рекомендуем ознакомиться с теоретическим материалом данной статьи.

На наш взгляд утилита Adobe Gamma не самодостаточна и в работе еще потребуется Nokia Test.

Пошаговая схема настройки монитора такова.

1. Выполняют все предварительные мероприятия, описанные в главе ..., а также находят на сайте производителя данного дисплея (или на прилагаемом диске) стандартные усредненные профайлы данной модели. Профайлы в данном случае несут для нас информацию о цветовых координатах колорантов («Phosphors»).

Если данный монитор когда-то был отложен с помощью спектрофотометра или колориметра, то старый профайл весьма пригодится — он несет гораздо более точную информацию о цветовых координатах кардинальных стимулов данного экземпляра, нежели усредненный профайл производителя.

2. На просмотром месте располагают лист бумаги того сорта, на котором чаще всего выполняется тиражирование изображений.

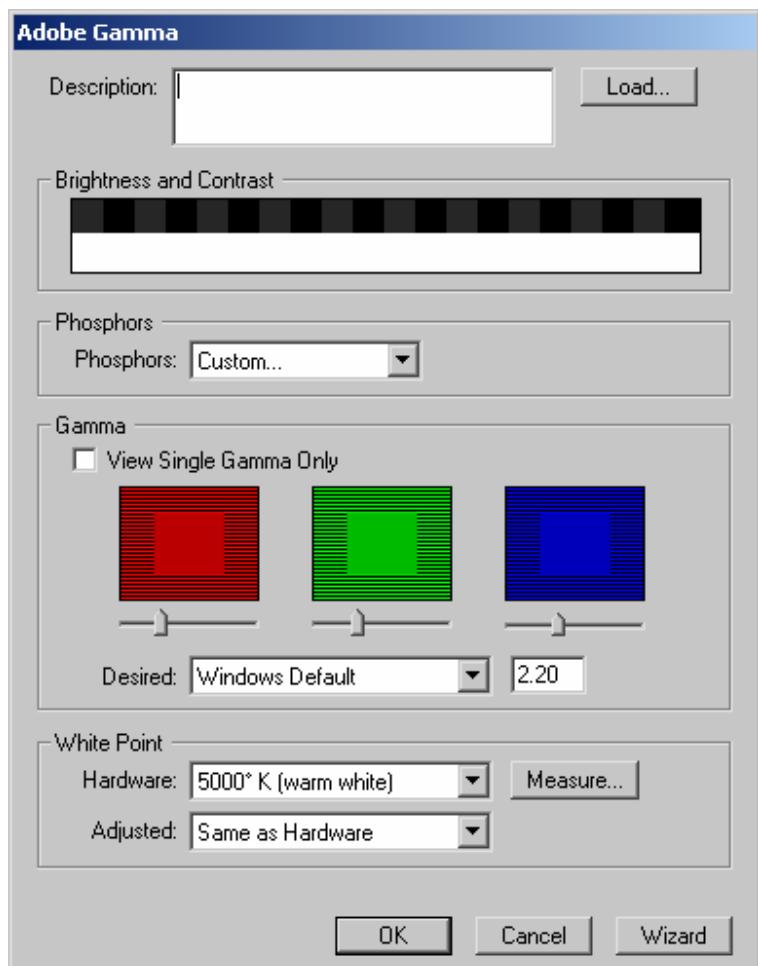
3. С помощью инструмента «Brightness&Contrast» Nokia Test добиваются четкой различимости 1%-го поля, для чего предварительно переводят настройку «Brightness» («Black Point Level») передней панели дисплея в минимальное значение, а затем плавно повышая его «ловят» границу устойчивой различимости.

4. С помощью настройки «Contrast» («White Point Level») передней панели дисплея приблизительно уравнивают светлоту белой точки монитора (удобно пользоваться сплошным белым полем инструмента «Colors» Nokia Test) со светлотой белой поверхности на просмотром месте.

5. С помощью «RGB gain» передней панели дисплея уравнивают цветовой тон белой точки монитора с цветовым тоном белой поверхности на просмотром месте. Светлота белой точки монитора при этой операции может несколько измениться.

6. Вновь с помощью «Contrast» («White Point Level») передней панели дисплея производят окончательное, точное уравнивание светлоты белой точки монитора со светлотой белой поверхности на просмотром месте.

7. Вызывают Adobe Gamma (иконка находится в Control Panel операционной системы, а исполняемый файл «Adobe Gamma.cpl» в C:\Program Files\Common Files\Adobe\Calibration), предварительно удалив из StartUp (Автозагрузка) операционной системы все лишние загрузчики калибровки (если таковые есть), оставив только AdobeGammaLoader. Выбирают режим работы «Control Panel». На экране появится интерфейс, показанный на рис.



В поле «Description» вводят желаемое название будущего профайла монитора. С помощью кнопки «Load» загружают стандартный усредненный профайл данной модели, взятый с сайта производителя или с диска, прилагаемого к дисплею.

Иногда производитель вместо профайла предлагает текстовую информацию о цветовых координатах свечения люминофоров своих кинескопов в системе  $xyY$ . В этом случае значения вводят вручную в списке «Custom» секции «Phosphors». А если и этой информации нет, то в «Phosphors» остается только выбрать марку кинескопа данного дисплея.

Затем в секции «Gamma» в списке «Desired» устанавливают величину желаемой («Desired») гамма тонопередачи. Для мониторов компьютеров, работающих на PC-платформе, следует выбирать «Windows default» — 2.20

Следующий и очень ответственный этап — раздельное уравнивание светлоты калибровочных квадратов со светлотой их периферии с помощью ползунков. Движение ползунков вносит корректизы в LUT видеокарты, приводя монитор к желаемой гамма тонопередачи.

Эти изменения можно даже отслеживать с помощью «Calibration Tester» утилиты Color Lab 2.77, периодически нажимая кнопку «Refresh».

Перед началом процедуры уравнивания светлоты калибровочных квадратов и их периферии в списке «Adjusted» секции «White Point» нужно установить «Same as Hardware», так как настройка светлоты и цветового тона (цветовой температуры) белой точки была произведена с помощью «RGB gain». После чего оператор смотрит на экран с расстояния 40-60 см и осторожно двигает ползунки под каждым из квадратов, добиваясь уравнивания.

Когда уравнивание будет достигнуто, в списке «Hardware» секции «White Point» нужно выставить цветовую температуру опорного белого света, то есть цветовую температуру просмотрового места и белой точки монитора (которые, напомним, были уравнены «на глаз» с помощью «RGB gain»). Чаще всего это будет 5000K. Реже встречаются просмотровые устройства с номинальной цветовой температурой 6500K. Так или иначе, но не имея измерительного прибора настройщик вынужден доверять цифрам цветовой температуры, взятым с корпуса просмотрового устройства или из его описания.

Температура белой точки, указанная в «Hardware», не влияет на LUT, но данные из этого списка будут внесены в профайл монитора, как данные о белой точке устройства.

Затем нужно еще раз убедиться в том, что в списке «Adjusted» секции «White Point» установлено «Same as Hardware».

Кнопку «Measure» секции «White Point» мы игнорируем, так как, опять же, установка точки белого была произведена на глаз с помощью «RGB gain».

Нажатие «OK» приведет к тому, что в LUT видеокарты будут внесены необходимые изменения, приводящие монитор к желаемой гамма, а в системной папке будет сохранен профайл монитора и активизирован как «default».

8. Визуальная проверка точности настройки, выполненной с помощью Adobe Gamma состоит из двух этапов.

Первый этап. Нужно вызвать инструмент «Brightness&Contrast» утилиты Nokia Test и убедиться в том, что:

- поле 1% по-прежнему четко различимо;
- вся градационная шкала выглядит нейтрально-серой и не имеет хроматического сдвига.

Второй этап. Создать в Photoshop горизонтально вытянутый Lab-холст и залить его горизонтальным нейтральным градиентом L0 a0 b0 → L100 a0 b0. Полученный градиент на всем протяжении должен быть нейтрально-серым и не иметь хроматического сдвига.

Памятное тестовое изображение, открытое в Photoshop, должно выглядеть привычно и не вызывать психологического дискомфорта.

Последний критерий весьма расплывчатый и, разумеется, о точном контроле при отсутствии измерительного прибора говорить не приходится. Но как только в распоряжении цветокорректора появится измерительный прибор, так и необходимость в использовании Adobe Gamma отпадет.

9. Если в результате проверки выясняется, что градационная шкала «Brightness&Contrast» утилиты Nokia Test имеет тот или иной хроматический сдвиг, то поступают так: вызывают Adobe Gamma поверх «Brightness&Contrast», и, манипулируя

ползунками калибровочных квадратов, устраниют хроматический сдвиг, приводя изображение к нейтрально-серому. После чего пересохраняют профайл монитора.

Если же в результате проверки выясняется, что градационная шкала «Brightness&Contrast» утилиты Nokia Test не имеет выраженного хроматического сдвига, но его имеет нейтральный Lab-градиент в Photoshop, то это означает, что цветовые координаты колорантов, внесенные в профайл, оказались совсем далекими от реальности. Такая ситуация, в целом, редка и, как правило, ровный нейтральный градиент градационной шкалы Nokia Test является свидетельством того, что настройка прошла успешно.

Если вышеперечисленные параметры свидетельствуют об успешной настройке монитора, но экранный пруфинг печатного процесса далек от реальности — причину нужно искать либо в неправильной настройке CMS графического редактора, опциях цветопробы или профайлах эмулируемых цветопробой устройств. Но вмешиваться в настройку монитора и пытаться подгонять его работу «под оттиск» нельзя ни в коем случае.

10. После того, как настройка успешно завершена необходимо убедиться в том, что загрузчик изменений в LUT (Adobe Gamma Loader.exe, который находится в C:\Program Files\Common Files\Adobe\Calibration) прописан в StartUp операционной системы, что иных загрузчиков нет (с ними может быть программный конфликт), а в Display Properties построенный профайл установлен, как «Default».

Настройка монитора с помощью Adobe Gamma, конечно, уступает по качеству инструментальной настройке, но при хорошем навыке оператора может обеспечить точность цветовоспроизведения до 2-3 dE по нейтральным тонам (в удачных случаях и до dE=1,5) и будет выручать предприятие на первых порах, то есть до тех пор, пока не будет приобретено необходимое измерительное оборудование.