

ОЦЕНКА НА СЪВМЕСТИМОСТТА НА УСЛОВИЯТА ЗА НАБЛЮДЕНИЕ В ЛАБОРАТОРИИ ЗА СУБЕКТИВНИ ЦВЕТОВИ ЕКСПЕРИМЕНТИ СПРЯМО ИЗИСКВАНИЯТА НА ISO 3664 И ISO 12646

VIEWING CONDITIONS ASSESSMENT ACCORDING TO ISO 3664 AND ISO 12646 IN COLOR MANAGEMENT LABORATORIES USED FOR SUBJECTIVE COLOR OBSERVATION EXPERIMENTS

Vladimir Kamenov

*Faculty of Mechanical Engineering, Technical University, Bulgaria,
E-mail: vladokamenov@tu-sofia.bg*

Abstract. The benefits of using standardized and calibrated illumination systems are multiple – from the ability to accurately evaluate printed images as compared to their computer displayed originals, to the opportunity to share design ideas with other people in the pre-press and print production sphere. The purpose of the presented paper is to measure and analyze the viewing conditions according to ISO 3664 and ISO 12646 in the specially created for the purpose laboratory for color management at the Technical University – Sofia. Among the people, concerned with this research are graphic designers, photographers, textile designers and anyone involved in quality assessment of printed materials.

Keywords: ISO3664, CCT, CRI, MI, daylight illumination, spectral reflectance, light booth

1. Въведение

Повечето графични дизайнери са наясно с важността на калибрирането и профилирането на компютърни дисплеи за точна редакция и манипулация на образи. В същото време много образи се наблюдават при неадекватно и неподходящо осветление. Ползите от използване на стандартизирано и калибрирано осветление са много – от възможността отпечатаните образи да се видят така, както изглеждат и на монитора до възможността да се споделят дизайнерски идеи с хора, работещи в производствения цикъл.

Целта на настоящия доклад е да се направят измервания за съвместимост на създадената в ТУ-София лаборатория за управление на цветовете с изискванията на стандартите ISO3664 и ISO12646 за осветление, използвано за оценка на печатна продукция и за калибриране и профилиране на дисплей. Сред заинтересуваните от такова изследване са графични дизайнери, фотографи, дизайнери на текстил и всеки който участва в оценяването на качеството на печатна продукция.

2. Описание на изследваните лабораторни условия за работа с цвят

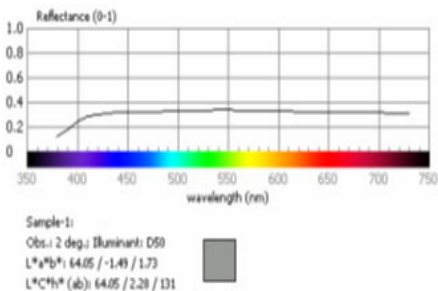
2.1. Описание на пространството около работния дисплей и осветителния шкаф в лабораторията

Светлината може лесно да бъде “замърсена”. Няма никаква полза от инсталиране на D50 флуоресцентни лампи в дадено помещение, ако стените му са боядисани например в ярко оранжево или ако мокетът е в ярко зелен цвят или ако преградните стени около компютъра са сини. Стаите, проектирани за работа с цвят трябва да се изпълняват само в неутрално сив цвят. ISO3664 препоръчва да се използва неутрално сив цвят с отражателност между 10% и 60%. Това изискване може и да не допринася за уютната атмосфера в една иначе модерна и приятна графична фирма, но със сигурност ще допринесе за получаването на постоянни и предсказуеми резултати. Такава неутрална атмосфера е препоръчителна и за места, където се работи главно с компютър, защото околните цветове може да се смесят с образите показвани на екран. Съществуват и стаи специализирани само за сравнително наблюдение на печатна продукция. Често в такива стаи се срещат и компютри, на които се извършва редакция на предпечатни образи. В този случай се налага и допълнителното изискване, освен неутралния цвят на стените, нивото на осветление да е ниско. Колко ниско? Доста! ISO 3664 препоръчва максимално ниво от 64 lux, с идеална стойност от 32 lux или по-ниско, като така всеки офис се трансформира в “пещера”. Също така, в идеалния случай стайното осветление трябва да има същата цветна температура като това на монитора.

Лабораторията, използвана за предстоящите измервания има стени и таван, боядисани със светло сив спектрално неутрален цвят, сходен на Munsell N8, с 60% номинално отражение, което е препоръчаната от ИСО 3664 стойност. На фиг.1 е показан измереният спектър на отражение на използваната боя. При измерени 64.05%, отражателността на стените е много близка до препоръчаната стойност, и което е по-важно измереният спектър е почти хроматично неутрален в цялата видима област от 400 до 750nm. Описаната лаборатория е показана на фиг.2. На фигурата са показани и лабораторните дисплеи за работа с цвят, осветителен шкаф и ретрофит на осветление Osram, които ще бъдат изследвани.

2.2. Използвани системи за осветление в лабораторията

Ще бъдат изследвани няколко системи за осветление: ретрофитна флуоресцентна система Osram Color Proof, предназначена за графичен дизайн, осветителен шкаф Just Normlicht Color Communicator 1, използващ флуоресцентни тръби daylight proGraphic и CCFL крушка Dynaphos. Характеристики на изследваните системи за осветление:



Фиг.1 – Измерена спекрална отразателност на цвета на стените и тавана в изпитваната лаборатория

Фиг.2 – Лаборатория за управление на цветовете в ТУ-София.

- Osram Color Proof** флуоресцентни тела “L36W/950” с корелирана температура 5300K; color rendering index Ra=98; ISO3664 сертифицирани. Две 36W тръби са монтирани на опростено комерсиално осветително тяло, показано на фиг.2. Тялото е боядисано с спектрално неутрална сива матова боя (фиг.1). Може да се забележи, че тялото няма дифузор между тръбите и зоната на осветление. Едно следствие от това е получаването на лека неравномерност в цветната температура на осветлението защото директната светлина от тръбите е различна от тази, отразена от тялото на осветителя. Този ефект се изследва в настоящия доклад.
- Just Normlicht Color Communicator 1** осветителен шкаф (фиг.2). Шкафът използва две специализирани Just Normlicht флуоресцентни тръби (daylight 5000 proGraphic LL/SE15W). Технологиата в тези тръби им позволява напълно да постигнат стирктните изисквания на ISO3664-2000: стеснен толеранс на цветната температура (+/-200K), точни цветови координати (толеранс+/-0,005), равномерно спектрално разпределение, максимални стойности на индекса на цвето предаване Ra8=98, Ra215=95.6).



- Dynaphos** пълноспектрова енергоспестяваща лампа с мощност 35W, 5500K цветна температура. Лампата използвана за направените измервания е монтирана на осветителен комплект Дунарфос с дифузен чадър, настройка на ъгъла на осветяване, керамично гнездо и рефлектор с 30cm диаметър фиг.3.

Фиг.3 - Dynaphos система

2.3. Използвано измервателно оборудване за изследването

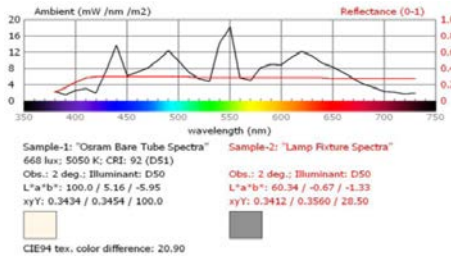
Всички измервания се извършват чрез Eye One Pro спектрофотометър на Gretag Macbeth. Показаните измервателни резултати в доклада са получени чрез използване на Spectral tools модула на софтуер VabelColor.

3. Експериментално измерени спектри и цветови температури (CCT)

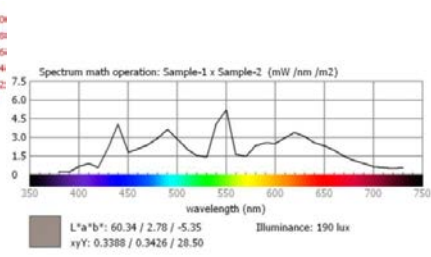
Измерени и анализирани са спектрите на всяка от изследваните осветителни системи, както и тяхната корелирана цветна температура (CCT). За флуоресцентните тръби се измерва и спектъра на отражение на телата, за които са закрепени.

3.1. Флуоресцентни тела Осрам

Спектърът в черно (Sample-1) на фиг.4 показва измерената гола Osram тръба на разстояние 74cm. Между тръбите и осветителното тяло е поставен черен картон за да се изключи влиянието на цвета на тялото. Яркостта (illuminance) е 668lux, CCT е 5050K, при номинална указана от производителя стойност от 5300 K. Забелязват се пикове при 440, 490 550, и 620nm, които най-вероятно отговарят на четири от седемте фосфора, използвани за производство на тези патентовани тръби.



Фиг. 4 - Спектър на Osram оголени тръби (Sample-1) и спектър на боята на корпуса на осветителното им тяло (Sample-2)

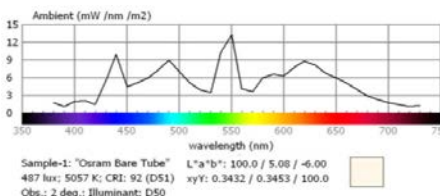


Фиг.5 - математическа симулация получена чрез умножаване на спектрите от фиг.4

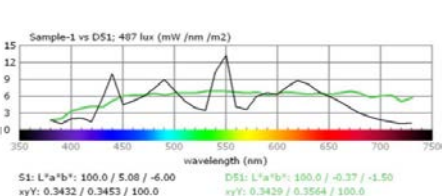
Спектърът на фиг.5 е получен чрез умножаване на спектрите от фиг.4; той не показва светлината, която реално се отразява от светлинното тяло, а представлява математическа симулация. Може да се види, че корпусът на осветителя (Sample-2 на фиг.4) има лек синкав оттенък и изчисления спектър на отразената от него светлина (Sample-1 x Sample-2) има като цяло розово-оранжев оттенък. В резултат се вижда и малко увеличение в синята част на (Sample-1 x Sample-2) спектъра; първия пик при 440nm е по-висок отколкото тези при 550 и 660nm, докато пиковете на Sample-1 от фиг.4 са с равна височина. Направените измервания илюстрират факта, че получавания цвят

от осветителната система е смес от характеристиките на голите тръби и отражението от осветителното тяло.

Фиг.6. показва още едно измерване на спектъра на оголените тръби, а фиг.7 показва същия спектър с наложен върху него идеален спектър от D-серията със същата температура като 5057K (закръглена до най-близките 100K например 5100K, оттам и D51), и същата яркост 487lux. Може да се види как фосфорните пикове отклоняват спектъра от идеалната гладка форма на D51 спектър, показан в зелено. Тези пикове най-вероятно влияят на качеството на симулиране на дневна светлина на тръбите. Това предположение ще бъде изследвано в точка 5.

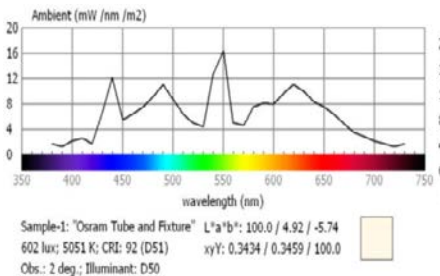


Фиг.6 – Оголени Osram тръби

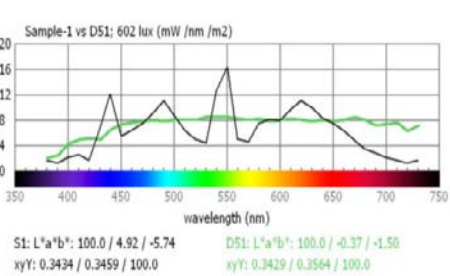


Фиг.7 – Osram тръби и D51 спектър

Спектърът на фиг.8 показва светлината от Osram тръбите, комбинирана с ефекта на реалното отражение на осветителното тяло, в което са поставени на разстояние от 102cm. Формата на тези спектри (не техните абсолютни нива, поради различната дистанция на измерване) трябва да се сравни с тази на спектрите от фиг.6. ССТ температурата е малко по-ниска - 5051K, сравнена с 5057K, поради синкавия оттенък на осветителното тяло. Фосфорният пик при 440nm е малко по-висок от тези при 550nm и 660nm, което отговаря на предвиденото в изчисления спектър от фиг.5. Фигура 9 сравнява Sample-1 от фиг.8 с "идеален" спектър със същата ССТ и яркост. Забеляваният спад в измерения спектър в областта над 670nm не е тревожен, защото окото не е много чувствително в тази област и забележимата разлика е минимална.



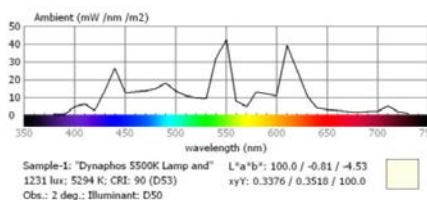
Фиг.8 – Реален спектър (Osram + тяло)



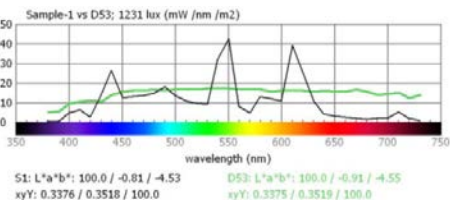
Фиг.9 – Реален Osram и D51 спектър

3.2. Dynaphos 5500K лампа

Спектърът в черно на фиг.10 показва измерване на спектъра на Dynaphos лампа, поставена в рефлектора си на разстояние 1m, по оста и. Фиг.10 трябва да се сравнява с фиг.8. Измерената осветеност е 1231lux и CCT е 5294K. Зеленият спектър на фиг.11 показва идеализиран D53 осветител. Съвпадението на спектрите е близко, с изключение на пиковите на флуоресцентната лампа. На фигурата D53 е автоматично избран за идеален осветител защото е най-близкият до измерената 5294K CCT. Възможно е обаче и да се наложи D50 като “еталонен осветител” за сравнителни цели.



Фиг. 10 - Реален спектър (Dynaphos + тяло)



Фиг.11 – Реален Dynaphos и D51 спектър

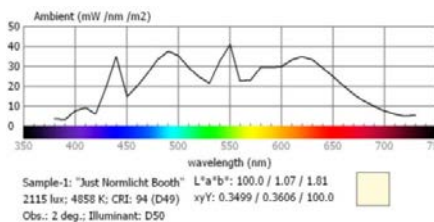
3.3. Just Normlicht Color Communicator 1 светлинен шкаф

Спектърът на фиг.12 показва измерената светлина на Just Normlicht осветителен шкаф, в центъра на вертикалната му равнина на наблюдение. Осветеността на шкафа е настроена на 2000lux, отговаряща на “P1-Critical comparison” условията изисквани от ISO3664; Измерената осветеност е 2115lux и CCT е 4854K, значително по-топла от Dynaphos лампата, но близка до Osram тръбите. Спектърът е показан в черно на фиг.12, а зеленият спектър на фиг.13 отговаря на теоретичен D49 осветител със същата осветеност. Забелязват се два пика в спектъра на тръбите при 440 и 550nm, отговарящи на едни и същи фосфори, срещани и в други тръби. Виждат се и много по-малки пикове при 480 и 580nm. Наблюдава се и затихване в червения спектрален регион с начало от 630nm, но не е толкова силно както при Osram и Dynaphos тръбите.

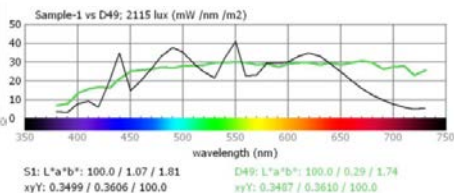
4. ISO 3664 – изисквания и методи за измерване

Стандартът дефинира 5 условия за наблюдение. Таблица 1 систематизирано показва изискванията за всяка изброена ситуация.

P1 се препоръчва при сравняване на физически оригинал и репродукция или при сравняване на цвето-проба с печатна продукция. Силното осветление помага да се направи по-добра оценка и да се оценят зоните с висока плътност на печат.



Фиг.12- Just Normlicht Color Communicator 1 осветителен шкаф



Фиг.13 - Спектър (Sample-1) срещу теоретичен D49 спектър (зелен) със същата осветеност.

Таблица 1

Viewing condition	Ref. Illuminant	vV (tolerance note 1)	Illuminance / Luminance	CRI (CIE 13)	MI (CIE 51)	Illum. uniformity	Serriant luminous refl./lum./ Illum.
P1	D50	0,005	2000 lux ± 500 lux (should be ± 250 lux)	Visual: C or better, (should be B or better)	up to 1m x 1m: ≥ 75% for larger surfaces: a 60%	= 60% (neutral and matte)	
P2			500 lux ± 125 lux	Gen. index ≥ 80	UV: - 4		
T1			1270 cd/m2 ± 320 cd/m2 (should be ± 160 cd/m2)	Special indices ≥ 80	Visual: C or better, (should be B or better)		≥ 75%
T2 (note 4)			1270 cd/m2 ± 320 cd/m2		UV: - 4		
Color monitor	D65 (note 2)	0,025 (note 2)	> 75 cd/m2 (should be > 100 cd/m2)	N.A.	N.A.	N.A. (note 3)	neutral and dark gray or black (should be ≤ 32 lux (shall be ≤ 64 lux)

при D50. Всички условия на наблюдение в ISO 3664 се контролират чрез използване на цвета на бялата точка и/или осветеността (illuminance в lux), за приложения по осветяване на образи (P1 и P2) като светлинни шкафове, или яркостта (luminance в cd/m2), за слайдове и цветни монитори. В допълнение към изискванията за условия на осветяване се оценяват и индекса на цвето-предаване CRI, степента на успешност на симулиране на дневна светлина (daylight simulator Quality Grade) измерена чрез индекса на метамеризъм MI и равномерността на осветеността.

4.1. Индекс на цветовъзпроизвеждане

Индексът CRI е число между 0 и 100, като 100 е най-добрата стойност, която дефинира колко добре цветовете изглеждат при осветяване със светлинен източник в сравнение с еталонен осветител или стандарт. Чрез комбиниране на CRI стойността с качествената оценка (Quality Grade) може да се получи по-точно оценяване на условията за наблюдение.

4.2. Индекс на метамеризъм/ качествена оценка

Изчисляването на MI е базирано на средната цветова разлика на пет двойки виртуални метамери. Средната цветова разлика за петте двойки (MI)

се използва за да се намери Quality Grade – буква между "А" и "Е", където "А" е най-добрата оценка. На практика оценка "В" е отлична, а "С" е приемлива.

4.3. Равномерност на осветлението

За P1 и P2 условията, равномерността трябва да е по-висока от 75% за площ от 1x1m. За малки осветителни шкафове тази област обхваща цялата им площ. Критерий за равномерност на осветяването на монитори е указан в ISO12646. Той изисква равномерност от 90% за централната зона, дефинирана като правоъгълник простиращ се между 25% и 75% от видимата област и по двете оси [1].

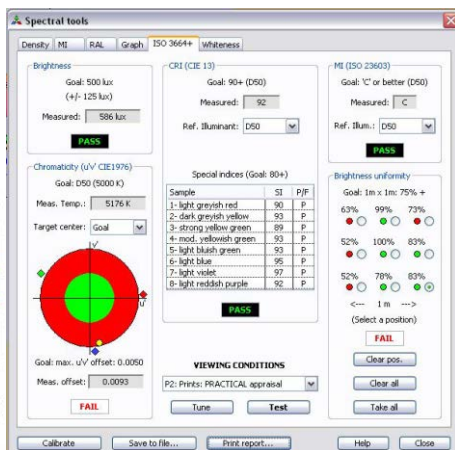
5. Агестационни измервания според ISO 3664

5.1. Osram флуоресцентни лампи

Фиг.14 показва измерените характеристики на оголени Osram тръби спрямо P2 условия за наблюдение. Между тръбите и осветителното им тяло е поставен черен картон за да се измери само светлината от тях. Разстоянието между тръбите и работната повърхност е 74cm, а зоната която покрива 75%-ят критерий за равномерност е с измерени размери от 74x52cm. Както е показано на фиг.14, тази зона е получила положителна оценка PASS при измерване, защото е съобразена и с изискванията на стандарта. Тестът за хроматичност (chromaticity), измерена в u^*v^* координати е отрицателен. Това е алтернативен начин да се покаже, че CCT е малко висока, но всички други резултати за избраната позиция са положителни. Осемте специални индекси, от които се определя CRI са показани на фигурата. Те трябва да са равни или по-големи от 80. В допълнение CRI, който е средната стойност на тези осем измервания трябва също да е по-висок от 90%. Тази цел е изпълнена. "С" Quality Grade оценката е адекватна, но не отлична. Стойността на MI за централната позиция е 0,93 – близо до долната граница за C grade зоната, дефинирана в таблица 2 (Grade "С" е валидна за MI до 1).

Фиг.15 показва измерените характеристики на тръби Osram, заедно с тялото на което са монтирани, за P2 условия. Разстоянието от тях до работната повърхност е 102cm и зоната, която покрива 75%-я критерий за равномерност, отговаряща на данните за яркост е измерена като 74x64cm. Фигурата показва получените резултати при измерване на централната позиция. При сравняване на данните от фиг.14 и 15 се виждат и ефектите, причинени от тялото дифузор:

а. Дифузорът увеличава цветната температура с 110K. Всъщност, заедно с осветителното тяло се измерва CCT температура от 5176K в зоната, покриваща 75%-я критерий за равномерност на осветеността, като максимумът е почти в центъра на зоната. Това показва, че осветителното тяло не е идеален равномерен дифузор.



Фиг. 14 – (лява) Osram изолирани тръби. ISO 3664 тест резултати (P2 условия).

Разстояние до раб.маса: 74cm.

Фиг.15 – (дясна) Osram тръби заедно с осветително тяло. ISO 3664 тест резултати (P2 условия). Работно разстояние: 102 cm.

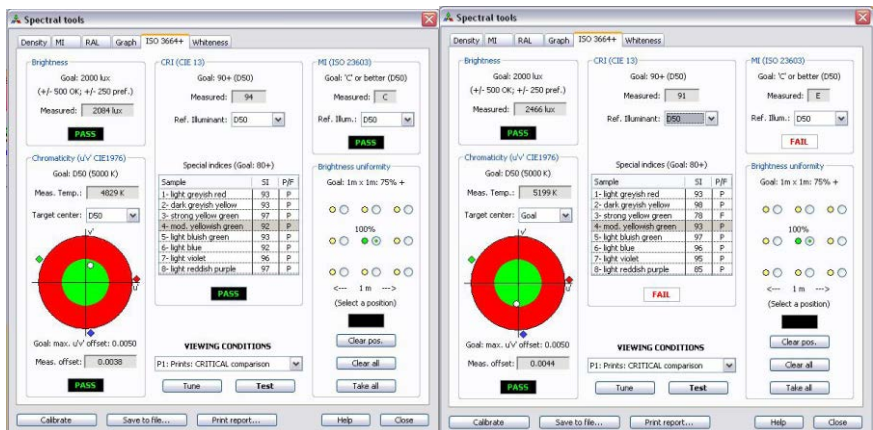
- b. Хроматичното отместване е увеличено. Този ефект е свързан и с увеличената CCT поради синкавия оттенък на осветителното тяло.
- c. Индексите CRI и MI са на практика непроменени.

5.2. Just Normlicht Color Communicator 1 светлинен шкаф

Фиг.16 показва измерените характеристики на Just Normlicht осветителен шкаф за P1 условия. Поради специфичната си геометрия на осветяване е невъзможно да се постигне степента на равномерност изисквана от ISO 3664 и затова ще се направят само измерванията в центъра на площта за наблюдение за указаното P1 условие. Индексът CRI и Quality Grade оценката са на границите, но са положителни, индексът MI е 0.93, много сходен със стойностите, получени от Osram тръбите. Температурата от 4829K (и хроматичността) клонят към студената област (по-оранжеви).

5.3. Dynaphos лампа

На фиг.17 са показани измерванията на характеристиките на Dynaphos лампа за P1 условия. Работното разстояние на осветяване е настроено на 56cm, за да се постигнат изискванията на P1 условията за яркост. Резултатите не са впечатляващи с CRI от 91 и “E” Quality Grade оценка, лампата не успява да покрие дори и изискванията за C оценка [2].



Фиг.16 – (лява) Осветителен шкаф. ISO 3664 тест резултати (P1 условия).
 Фиг.17 – (дясна) Дунарфос 5500 К лампа. ISO 3664 тест резултати (P1 условия).

6. Изводи

От гледна точка на задачата за симулиране на D50 източник, светлинният шкаф е най-точен от изследваните осветители. Но всяко осветление е много повече от просто симулиране на светлинен източник. Да вземем например изискването за създаване на голяма зона с равномерна осветеност и зададено ново на яркост. Това условие е много по-трудно постижимо при използване на Дунарфос точкови лампи, отколкото при Osram флуоресцентните тръби. Както беше демонстрирано, Osram тръбите имат сходни на шкафа възможности за симулиране на дневна светлина. И все пак те едва успяват да се доближат до идеален D50, а и показват леко променлива цветна температура предизвикана от наличните осветителни тела, в които са монтирани тръбите. При всички флуоресцентни тръби отделните фосфори са комбинирани за постигане на даден спектър. Тези фосфори се характеризират от индивидуални пикове, което може да доведе до различни метамерни свойства на тези тръби. При сравнение между отпечатани тест образи чрез двата типа налично и измерено в лабораторията осветление, визуалните оценки на образите наистина се различаваха, като някои цветове съвпадаха с тези на монитора по-добре от други при разглеждане с осветление от само едната или другата система. Може да се спестят средства ако се закупуват индивидуални флуоресцентни тръби, но беше показано, че използваното тяло може да повлияе на характеристиката на получената светлина.

Литература

1. ISO 3664:2009
2. CT&A User Manual, Babel Color Company