

«БЛЕСК и НИЩЕТА»

DLP-ТЕХНОЛОГИИ

(Окончание. Начало в предыдущем номере)

Самый главный секрет DLP-технологии – 4-й сектор!

Несколько лет назад, в самый разгар популярности черного текста на белом фоне для офисных компьютерных программ, неизвестный инженер придумал 4-й сектор и создал 4-секторное колесо, «секретное оружие» современных DLP-проекторов. Суть изобретения – увеличение яркости белого поля путем уменьшения цветовой насыщенности изображения. Такое решение оправдано только для показа простых компьютерных картинок, где цвета носят условный характер.

Сравним классическое 3-секторное и 4-секторное цветные колеса (рис. 1 и 2). Предположим, что вращения они с одинаковой частотой и пропускание каждого цветного фильтра равно 1/3 от белого света, угловые размеры секторов одинаковы и составляют соответственно 1/3 и 1/4 окружности.

Рассчитаем интенсивность свечения (ИС) пиксела для 3-секторного и 4-секторного колес (в условных единицах):

$$ИС_3 = \text{ВРЕМЯ} \cdot \text{Пропускание RGB} = 1/3 \cdot 1/3(R) + 1/3 \cdot 1/3(G) + 1/3 \cdot 1/3(B) = 1/3 \text{ у.е.}$$

$$ИС_4 = \text{ВРЕМЯ} \cdot \text{Пропускание WRGB} = 1/4 \cdot 1(W) + 1/4 \cdot 1/3(R) + 1/4 \cdot 1/3(G) + 1/4 \cdot 1/3(B) = 1/2 \text{ у.е.}$$

Кроме того, оценим свечение пиксела без примеси белого цвета для 4-секторного колеса:

$$ИС_4 (\text{без белого}) = \text{ВРЕМЯ} \cdot \text{Пропускание (W=0)} + \text{RGB} = 0 \cdot 1(W) + 1/4 \cdot 1/3(R) + 1/4 \cdot 1/3(G) + 1/4 \cdot 1/3(B) = 1/4 \text{ у.е.}$$

Из приведенных формул видно, что только за счет модификации цветного колеса мы получаем прирост светового потока в 1,5 раза, причем не нарушая стандарта ANSI! Происходит это за счет подмешивания белого света к цветному, картинка «разбеливается», уменьшается цветовая насыщенность. Если сравнивать второй и третий расчеты, то видно, что они отличаются в два раза. Для нашего примера, световой поток проектора по формированию «честной» цветной точки будет в два раза ниже, чем при формировании «белесой» точки.

Такие примеры расчетов «на пальцах»

я давал на семинарах, проводимых компанией Activision несколько лет назад, и мне всегда хотелось, как бывшему физику-экспериментатору, узнать реальные экспериментальные данные о степени влияния этого 4-го сектора. И я получил их примерно год назад во время массовых тестирований для ряда российских СМИ. Это первая публикация полученных тогда результатов (более того, насколько я знаю, это первая в мире публикация с численными экспериментальными данными о степени влияния прозрачного сектора на общий световой поток DLP-проектора).

Прежде чем перейти к результатам опытов, напомним, как формируется цветная точка в современных компьюте-

R	G	B	Описание цвета (степень белого цвета, %)
0	0	0	Черный (0%)
26	0	0	Темно-красный
0	170	0	Светло-зеленый
64	64	64	Темно-серый (25%)
128	128	128	Средне-серый (50%)
192	192	192	Светло-серый (75%)
255	255	255	Белый (100%)

Таблица 1. Формирование цвета

рах. Любой цвет можно создать, комбинируя три основных цвета: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue). Интенсивность каждого цвета лежит в диапазоне чисел от 0 (нет сигнала) до 255 (максимальный сигнал). Если мы будем подавать на вход монитора или проектора сигнал с одинаковыми значениями основных цветов (R=G=B), то мы увидим серую точку (см. табл. 1).

Измерение освещенности белого и цветных полей

Эта методика самая простая и легкая, каждый может сам проверить свой проектор. Для этого нужен только люксметр (о том, где его можно купить читайте на www.r-presentations.ru/dlp), проектор и компьютер. Сначала устанавливаем про-

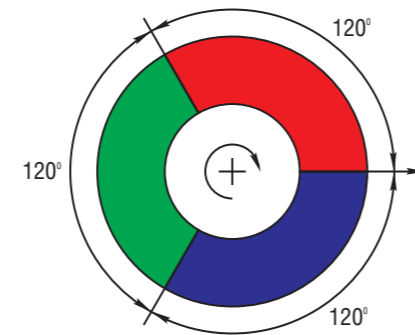


Рис. 1. Цветное колесо с тремя секторами

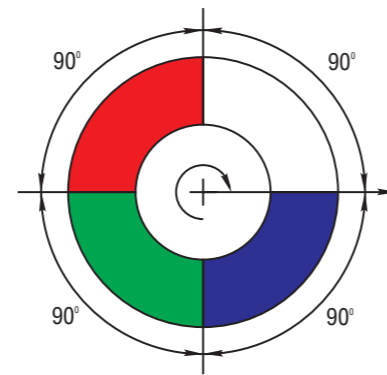


Рис. 2. Цветное колесо с четырьмя секторами

ектор, подключенный к компьютеру, и крепим люксметр в любой центральной точке экрана. Затем подаем на вход проектора последовательно четыре сигнала: красный 100% (Red=255), зеленый 100% (Green=255), синий 100% (Blue=255) и белый 100% (Red=Green=Blue=255). Сделать это можно с помощью бесплатной программы «DLP-test» (www.r-presentations.ru/dlp) или любой другой аналогичной. Полученное значение освещенности записываем, находим сумму освещенностей первых трех сигналов и сравниваем ее с четвертой.

Допустим, у нас получились такие цифры: красный – 220 лк, зеленый – 928 лк, синий – 98 лк, RGB-сумма (сумма освещенностей основных цветов) – 1246 лк. Если наш проектор был LCD или DLP с цветным колесом без прозрачного



Марат ГАБДРАХМАНОВ

МИФ 7 (начало в предыдущем номере)

Массовые DLP-проекторы (1-го класса) имеют более высокую контрастность, чем другие проекторы, так как это определяется технологией.

РЕАЛЬНОСТЬ

Контрастность проектора, как любого сложного оптико-механического прибора, зависит от очень многих факторов. Основные из них – это характеристики формирователя изображения (DMD-чип или LCD-матрица), электронных цепей и качество оптических элементов (зеркала и объектива). При общих равных условиях DLP-технология в лучших своих изделиях обеспечивает более высокую контрастность. Но это не относится к большинству массовых проекторов. Тестирование однозначно показывает, что реальная средняя контрастность DLP-проекторов, измеренная по методике ANSI, не превышает реальную среднюю контрастность LCD-проекторов. Более того, не наблюдается сильного прогресса в реальном увеличении контрастности DLP-проекторов за последние годы, хотя при этом контрастность DMD-чипов сильно возросла. Но самое интересное не в этом, а в том, что вполне достаточно иметь контрастность по шахматному полю (КШП), равную 100 для любых проекторов, рассчитанных для бизнес-приложений, т. е. для показа изображения при внешнем свете. Для таких случаев важнее покупать не более контрастный проектор, а обеспечить малую засветку экрана. Общемировая практика свидетельствует: изображение выглядит очень хорошо, если имеет реальную контрастность с учетом засветки 10:1.

ПРИЧИНА МИФА

Проецирование контрастности только DMD-чипа на устройство в целом. Это все равно, что утверждать, будто один трактор лучше другого, потому что у него спидометр размечен до 300 км/ч, а не 100 км/ч, хотя фактически оба трактора быстрее 30 км/ч ездить не могут. Недопонимание того факта, что КШП выше 100 вообще бессмысленно для таких проекторов или сознательное подчеркивание характеристик, вообще не нужных пользователю. Примерно как яркость современных телевизоров – можно построить рекламную кампанию на том, что наш телевизор лучше, потому что он ярче, хотя яркость остальных телевизоров вполне достаточна для просмотра.

МИФ 8

DLP-проекторы показывают более естественно, краски более натуральные и не такие яркие, как у LCD-проекторов.

РЕАЛЬНОСТЬ

Качество видео у DLP-проекторов 3-го класса несоизмеримо выше, чем у массовых проекторов. Качество видео DLP-проекторов 2-го класса выше, чем у массовых проекторов, но сопоставимо с LCD-проекторами для домашнего кинотеатра и хуже, чем у CRT-проекторов. Что касается сравнения качества видео у DLP-проекторов 1-го класса, то, на мой взгляд, оно заметно уступает качеству видео LCD-проекторов. Многие авторы статей принимают недостаток технологии за ее достоинство. Массовые DLP-проекторы показывают более бледное изображение из-за его низкой цветовой насыщенности, так как все они имеют 4-й сектор и тщательно скрывают этот постыд-

ный факт (о чем не пишут в рекламных листовках и руководстве пользователя). Более яркие и насыщенные цвета LCD-проекторов очень даже могут пригодиться при показе компьютерных слайдов, а в случае видео можно убавить насыщенность цветов и запомнить эти настройки в ячейке памяти. Кроме того, некоторые любят картинку поярче и поконтрастнее.

Российский специалист в области электроники и акустики Александр Клячин считает: «Еще несколько лет назад микрозеркальные (DPL) проекторы считались единственным классом устройств, в котором можно было найти аппараты, сочетающие достойное качество изображения с приемлемыми габаритами, простотой установки и эксплуатации... Но производители самых недорогих жидкокристаллических (LCD) аппаратов вовсе не хотели оставаться на задворках рынка. Они славно потрудились и создали новые модельные ряды проекторов с различной яркостью и разрешением. Представители последнего поколения ЖК-проекторов вплотную приблизились по качеству изображения к «микрозеркалкам» и «откусили» у них часть рынка элитных домашних кинотеатров. Я, например, установил в своей домашней системе жидкокристаллический аппарат вместо микрозеркального и почти не проиграл по качеству картинки, зато как сэкономил! Ещё несколько лет назад это было бы невозможно». (Клячин А. Неочевидное-вероятное. TOTAL DVD, № 7(28) июль 2003)

ПРИЧИНА МИФА

Распространенные аналогии с телевизорами: «Телевизоры Sony показывают более бледно, чем корейские, и это круто». Но телевизоры Sony могут показывать и ярче, и насыщеннее, в отличие от DLP-проекторов. А более низкая цветовая насыщенность DLP-проекторов обусловлена наличием 4-го сектора и является сильным недостатком технологии.

МИФ 9

DLP-проекторы легче и меньше, чем другие проекторы, и имеют сопоставимые световой поток и цену.

РЕАЛЬНОСТЬ

Это общепринятое мнение, с которым трудно, но можно спорить. Напомним, что благодаря 4-му сектору световой поток большинства DLP-проекторов по сравнению с LCD-проекторами завышен в два раза. Сравнение моделей обычно происходит по рекламируемым показателям, а не по фактическим. Это означает, что если сопоставить массогабаритные показатели с реальными световыми потоками, то DLP-проекторы не будут и здесь иметь никаких преимуществ. DLP-проекторы не так малы и легки, как может показаться на первый взгляд. Аналогичные рассуждения можно привести для светового потока и цены. Реальный световой поток проекторов завышен и, следовательно, завышена цена – проекторы очень дороги для своего реального светового потока.

ПРИЧИНА МИФА

Сопоставляются заявляемые завышенные световые потоки и массогабаритные параметры. При «честном» сопоставлении ситуация не так очевидна.

сектора, то освещенность белого поля (четвертое измерение) будет не больше RGB-суммы, например 1240 лк. На первый взгляд, у нас получились парадоксальные результаты: RGB-сумма больше значения освещенности белого. Объяснение простое: в момент измерения каждого цвета остальные две ЖК-панели немного пропускают свет, и так происходит трижды. Этот дополнительный свет объясняет превышение RGB-суммы над значением освещенности белого поля.

Самое интересное, когда у нас RGB-сумма меньше, чем освещенность белого поля. Это указывает, как правило, что тестируемый DLP-проектор содержит прозрачный 4-й сектор (см. табл. 2). Чем больше разница между этими значениями, тем более белесое изображение вы видите. Пусть освещенность белого поля равна 2150 лк, тогда $(RGB\text{-сумма})/White = 1246/2150 \cdot 100\% = 58\%$. Реальная картинка такого проектора только на 58% цветная и на 42% «разбавлена белым».

4-й сектор в динамике

Во время описанных измерений мы всегда подавали на вход только одно значение, равное 255. Назовем его параметром α , а проделанные четыре измерения – серий измерения с параметром $\alpha=255$.

Немного усложним наш эксперимент и сделаем много серий измерений во всем диапазоне значений параметра (α : от 0 до 255. Результаты вы видите на графике (рис. 3.1). Ось X соответствует значению входного параметра, ось Y – освещенности на экране в условных единицах. Заштрихованная область – это вклад 4-го сектора. Видно, что белый свет начинает примешиваться при значениях $\alpha > 150$. Исходя из этого графика, можно сделать вывод, как будет вести себя цветовая насыщенность изображения (рис. 3.2) и СП (рис. 3.3) типичного современного DLP-проектора 1 класса. Приведенный график – реальный и соответствует проектору PLUS U2-1150 (рис. 3.1).

«Кардиограмма» DLP-проектора

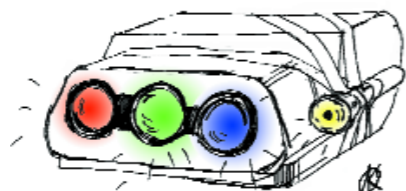
Для детального изучения параметров DLP-проектора я собрал простейшую самодельную схему (рис. 4). Я использовал проектор с компьютером, быстродействующий фотоприемник и осциллограф-приставку к компьютеру. С помощью этой схемы я определил частоту вращения колеса, взаимное расположение цветов на цветном колесе (рис. 5 и 6). В общем, увидел, как работает «сердце» DLP-проектора (рис. 7 – 10, табл. 3).

Теперь алгоритм работы 4-го сектора стал очевиден. Существует некоторый

№ сигнала	R (255)	G (255)	B (255)	Освещенность, лк
1	255	0	0	220
2	0	255	0	928
3	0	0	255	98
4a	255	255	255	1240 (LCD-проектор)
4б	255	255	255	2150 (DLP-проектор с прозрачным сектором)

Таблица 2. Примеры значений освещенности белого и цветных полей для LCD- и DLP-проекторов

граничный уровень сигнала (L), который должен превысить и красный, и зеленый, и синий сигналы. Для проектора PLUS U2-1150 этот уровень равен примерно 150. Если уровень входного сигнала хотя бы одного цвета меньше L, 4-й сектор неактивен. Если уровни превышают L, происходит подмешивание белого света



Ответ CRT-технологии на 4-й сектор

прямо пропорционально минимальному значению цвета из входного набора сигналов таким образом, что если $min=L$, то подмешивание составит 0%, если $min=255$, подмешивание белого света – 100%. Коротко это можно записать так:

L – уровень включения 4-го сектора $(R>L) \text{ AND } (G>L) \text{ AND } (B>L)$

Время свечения 4-го сектора = $\{1 - [255 - \text{Min}(R,G,B)] / (255 - L)\} \cdot 100\%$

Рассмотрим несколько примеров для проектора с $L=155$ (максимальная разница $255 - 155=100$) (см. табл. 4).

Благодаря такому простому алгоритму подмешивание белого света происходит только на светлых участках изображения, что практически незаметно для глаз.

Обман 1- и 2-го рода

Как показала практика тестирования, все производители завышают значения светового потока проекторов. Мы детально рассмотрим это в специальной статье в одном из будущих номеров, сейчас я хотел бы ограничиться только практическими выводами.

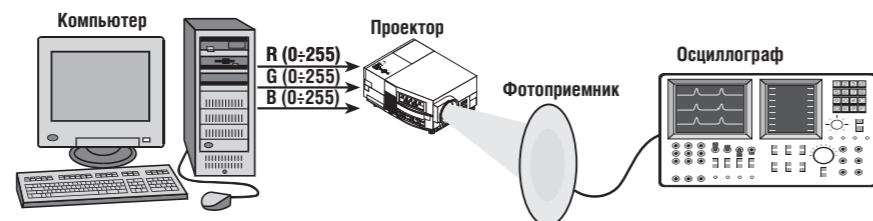


Рис. 4. Схема измерения осциллограммы

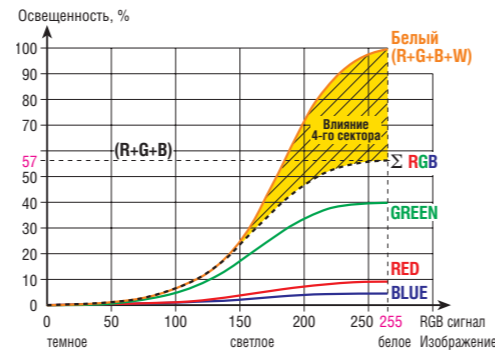


Рис. 3.1. Влияние 4-го сектора на световой поток (PLUS U2-1150)

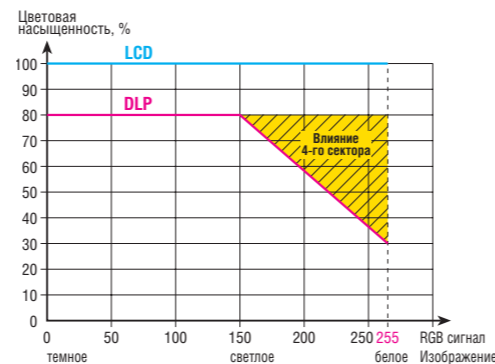


Рис. 3.2. Цветовая насыщенность изображения

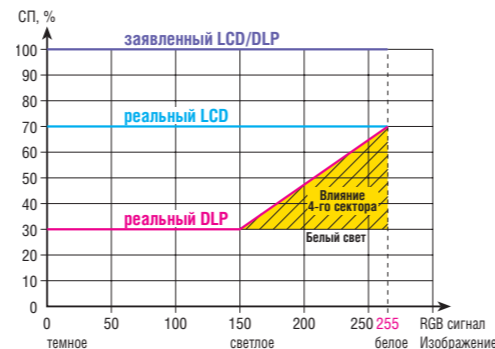


Рис. 3.3. Световой поток проектора

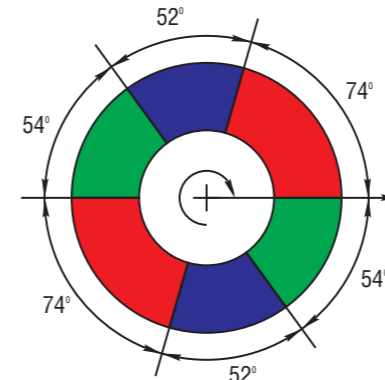


Рис. 5. Цветное колесо (Sharp Z-9000)

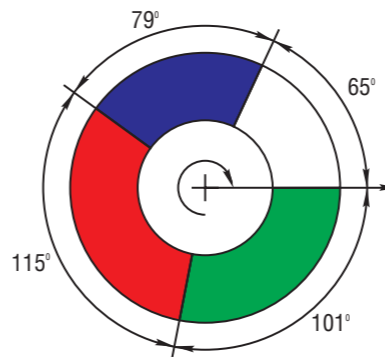


Рис. 6. Цветное колесо (PLUS U2-1150)

1. «Обман 1-го рода» имеет место для проекторов всех технологий, реальный средний световой поток проектора равен примерно 70% от рекламируемого.
 2. «Обман 2-го рода» характерен только для DLP-проекторов с 4-м сектором. «Честный» световой поток без примеси белого обычно равен 35–50% от реально измеренного по методике ANSI (DLP-проекторы 2-го класса не содержат 4-й сектор).
 3. Другими словами, реальный средний световой поток проектора по цветному изображению для подавляющего большинства DLP-проекторов 1-го класса равен 28–45% от рекламируемого (и это с новой лампой, табл. 5).
- Из табл. 5 видно, что у реальных проекторов «вклад» белого сектора близок к приведенному в начале статьи примеру и равен 40–50% от общего СП, хотя угло-

вой размер белого сектора меньше 90° и равен 50–65°. Этот результат можно объяснить тем, что, во-первых, реальный вклад каждого цвета в суммарную яркость различен вследствие спектральной чувствительности зрения человека (спектральная чувствительность люксметра совпадает с чувствительностью зрения). Во-вторых, цветные фильтры вырезают узкую часть спектра и воздействие вырезанных цветных участков меньше 100%. Например, если предположить, что для проектора PLUS U2-1150 пропускание W сектора равно 100%, то тогда пропускание цветных секторов будет равно: R=13%, G=62%, B=2%, а сумма цветных участков – 77%.

После 50–100 ч эксплуатации лампы световой поток снизится еще (как быстро и насколько низко может упасть световой поток проектора в результате износа лампы, вы сможете узнать в одном из следующих номеров).



Увеличение яркости изображения путем уменьшения цветовой насыщенности в быту

DLP-люмены

Наряду с ANSI-лм можно ввести новые понятия: DLP-лм – рекламируемый световой поток DLP-проектора и LCD-лм – рекламируемый световой поток LCD-проектора.

Для простоты можно считать, что

1 LCD-лм = 2 DLP-лм

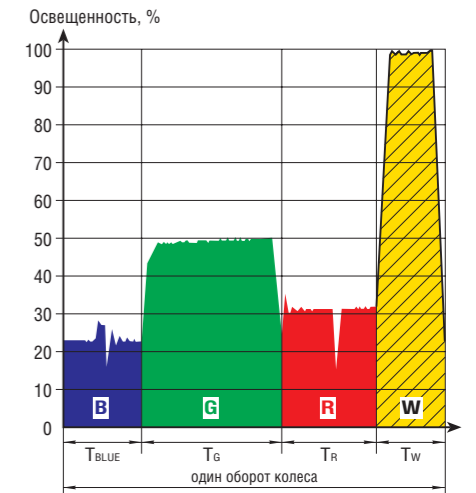


Рис. 7. Осциллограмма

т. е. для получения одинакового насыщенного цветного изображения LCD-проектор с рекламируемым световым потоком 1000 ANSI-лм будет примерно соответствовать DLP-проектору с рекламируемым световым потоком в два раза большим – 2000 ANSI-лм.

В дополнение к сказанному рассмотрим еще ряд мелких недостатков DLP-технологии.

Мерцание или яркостной шум

«Эффект следующий: кажется, будто движущийся объект перетекает (на матрицах с меньшим разрешением – «пересыпается») сам в себя. Иногда кажется, что перед экраном роятся мелкие прозрачные насекомые» (Журавлев А., Фрунджян А. Кинопробы: часть вторая. Эра DVD, апрель–май 2003). Это явление может быть вызвано разными причинами. Короткие цветные импульсы при формировании темных цветов и дополнительные яркие вспышки белого света при формировании ярких цветов вполне могут выглядеть как мерцающие звезды или прозрачные насекомые. К таким же эффектам могут привести переходные колебательные процессы в момент переключения зеркала. Эти процессы отчетливо наблюдаются на осциллограммах.

Проектор	Частота вращения колеса, Гц	Порядок следования секторов	Интенсивность сигнала на рисунке, %				Угловой размер сектора, °			
			W	R	G	B	W	R	G	B
Plus U2-1150	120	WBRG	100	65	40	27	65	115	101	79
Plus V-807	120	WBGR	100	39	48	20	54	101	122	83
Liesegang 911	120	WBRG	100	33	50	31	50	126	104	80
Medium	120	WBRG	100	23	55	28	63	99	99	99
Sharp Z-9000	150	RBGRBG		63	100	46		74	54	52

Таблица 3. Параметры некоторых DLP-проекторов

Подаваемый сигнал			Время включения 4-го сектора W, %	Пояснения
R	G	B		
150	160	170	0	«R» не достиг уровня 155
255	255	255	100	Максимальная «примесь» белого цвета
180	165	190	10	Определяет значение G=165 (165-155)/100=10%
175	186	202	20	Определяет значение R=175 (175-155)/100=20%
219	208	205	50	Определяет значение B=205 (205-155)/100=50%

Таблица 4. Зависимость работы 4-го («белого») сектора от входного сигнала

Дрожание изображения

Если внимательно присмотреться к изображению от DLP-проектора, то, как правило, оно всегда немного дрожит. Это связано вероятнее всего с оптическими и геометрическими неоднородностями цветного колеса, которые мы наблюдаем на экране.

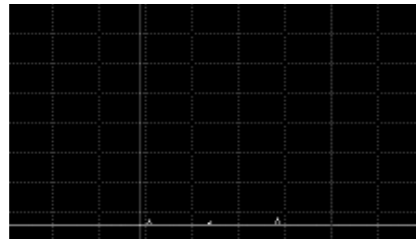


Рис. 8.1. R=G=B=0 (PLUS U2-1150)

Нестабильность параметров

Некоторые модели современных DLP-проекторов показывают иногда просто фантастические результаты. Например, один DLP-проектор, новинка середины 2002 г., продемонстрировал реальную контрастность по шахматному полю $K_{\text{ШП}}=30$. Естественно, эти данные не были опубликованы. Редакция, получив от нас такие данные тестирования, была вынуждена ограничиться в публикации только субъективными тестами.

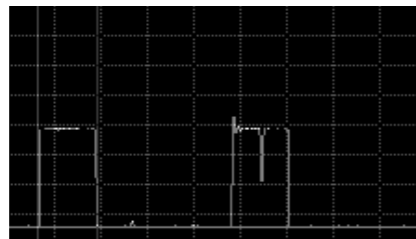


Рис. 8.2. R=255, G=B=0 (PLUS U2-1150)

NTSC, PAL, SECAM

При общих равных условиях большинство DLP-проекторов скорее всего лучше будут показывать видео-сигналы в NTSC-формате, так как его кадровая частота 60 Гц кратна частоте вращения 120 Гц цветного колеса подавляющего большинства современных проекторов. Редкие исключения, например проектор Sharp Z-9000, у которого частота вращения колеса равна 150 Гц, должны лучше показывать видео в стандартах PAL и SECAM, более популярных в России и кратных 50 Гц.

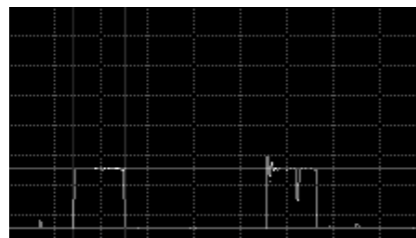


Рис. 8.3. G=255, R=B=0 (PLUS U2-1150)

Советы и напутствия

1. Покупка проектора

Не удивляйтесь неосведомленности продавцов проекторов, особенно если это происходит в компьютерной или многопрофильной фирме. Не верьте им на слово, часто они сами не знают или не понимают, что говорят и что продают.

Если в рекламе изготовителя или описании проектора прямо не написано об отсутствии 4-го сектора, значит он есть. Как правило, он есть во всех проекторах 1-го класса.

Помните, что реальный световой поток по цветному полю DLP-проекторов с

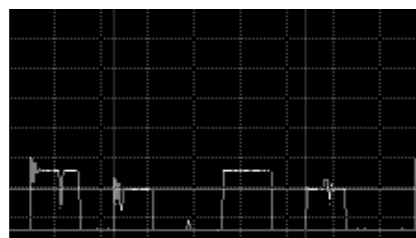


Рис. 8.4. R=0, G=B=255 (PLUS U2-1150)

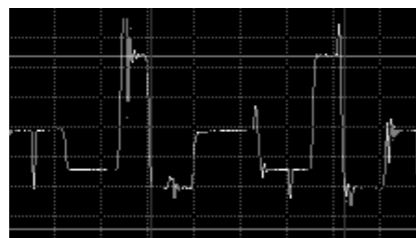


Рис. 8.5. R=G=B=255 (PLUS U2-1150)

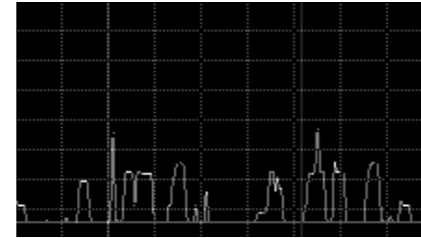


Рис. 8.6. R=G=B=140 (PLUS U2-1150)

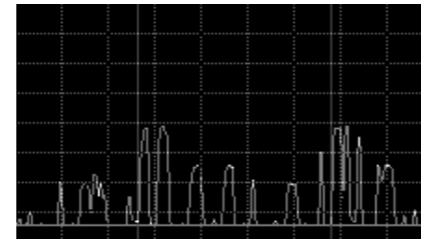


Рис. 8.7. R=G=B=150 (PLUS U2-1150)

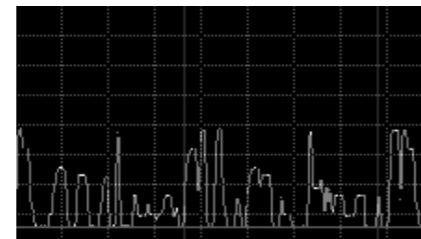


Рис. 8.8. R=G=B=160 (PLUS U2-1150)

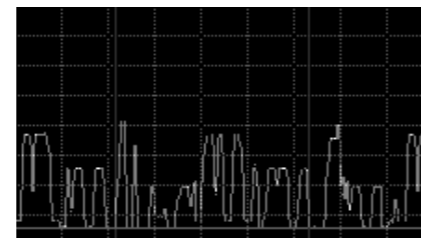


Рис. 8.9. R=G=B=170 (PLUS U2-1150)

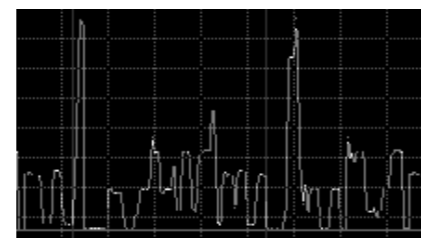


Рис. 8.10. R=G=B=180 (PLUS U2-1150)

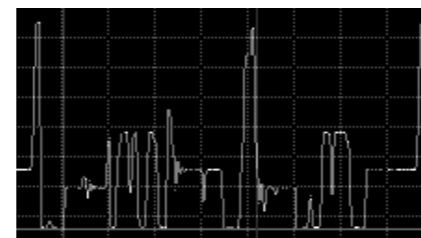


Рис. 8.11. R=180, G=255, B=255 (PLUS U2-1150)

Проектор	Технология	Применение	Отношение, %			K, заявленная	K _{БЧ}		K _{ШП}		Замечания
			реального СП к заявленному	суммы цветного СП к белому (реально)	к заявленному		заводские	серый клин	заводские	серый клин	
Epson EMP-71	LCD	Общее	81	103	82	300	376	374	182	168	«Проектор – лидер по качеству цветопередачи. Мы присуждаем аппарату PLC-SW20A отличие. Редакция советует и рекомендует его тем, кто хочет видеть в домашнем кинотеатре настоящее синее небо, лазурное море и правдоподобную тропическую зелень» [1]. Всего протестировалось 15 проекторов. На изображении «грязноватые желтый, зеленый и салатные цвета» [1]. «Аутсайдер по контрастности» среди тестируемых моделей [2]. Заметный яркостный шум на темных участках изображения. «В темных сценах заметна зернистая структура изображения... плохо передается черное на черном» [3]. «В темной части передаточной характеристики обнаружилась ступенька, из-за которой на сером клине пропали самые темные полутона. Этот дефект привел к потере детализации в тенях. Еще одно замечание – сильный яркостный шум на темных оттенках... В целом LS110 не удовлетворил нас как проектор для домашнего кинотеатра...» [1].
Sanyo PLC SW-20A	LCD	Общее	90	100	90	300	486	186	200	113	
Plus V-807	DLP	Общее	79	52	41	800	732	160	225	107	
Plus U2-1150	DLP	Общее	72	57	41	800	418	54	54	42	
Infocus LP530	DLP	Общее	47	66	31	400	244	62	107	42	
Infocus LP650	DLP	Общее	61	50	31	800	126	109	109	42	
Infocus LS110	DLP	Домашний кинотеатр	54	101	54	600	362	90	191	71	
Sharp XV-Z9000	DLP	Домашний кинотеатр	62	82	51	1100	818	372	372	71	
Yamaha LPX-500	LCD	Домашний кинотеатр	62	100	62	800	424	213	213	79	
JVC DLA-G2010ZGA	LCOS (D-ILA)	Общее	51	100	51	700	51	79	79	79	

Таблица 5. Результаты тестирования проекторов в 2002–2003 гг.

Сокращения: СП – световой поток; К – контрастность; БЧ – белое поле/черное поле; ШП – шахматное поле.

- Ссылки:
 1. PC Magazine (RE), 12/2002, с. 66-82.
 2. Техника кино и телевидения, 12/2002.
 3. Потребитель Video&Audio, 10/2003, с. 34-43.
 4. Потребитель Video&Audio, 30/2002, с. 19-28.

новой лампой в среднем составляет 28–45% от рекламируемого и 70% по белому полю.

Если у вас есть DLP-проектор, рекомендую чаще использовать для оформления презентаций 100%-ный белый и 100%-ный черный цвета и периодически давать отдых глазам слушателей во время таких презентаций, подавая на экран черный фон. При показе отчетов используйте жирный шрифт крупных кеглей, воздержитесь от применения тонких цветных линий толщиной в 1 пиксел.

2. Проектор для домашнего кино

Перед покупкой посмотрите фильм в демонстрационном зале продавца на понравившемся проекторе. Уделите этому не менее часа, лучше посмотрите фильм полностью. Если у вас появились неприятные ощущения в голове или глазах, не покупайте такой проектор. Это не тесная обувь, про привыкание к эффекту «радуги» мне ничего не известно. Скорее, головные боли будут только усиливаться.

3. Проектор и дети

Не рекомендую использовать DLP-проекторы в дошкольных и школьных заведениях без специального медицинского заключения Российской академии медицинских наук (РАМН).

Заключение

В командировках, когда я смотрю изображение от DLP-проекторов 3-го класса, я прихожу в восторг от человеческой гениальности и невероятного качества изображения.

Когда я смотрю фильмы на DLP-проекторе 2-го класса, мне нравится изображение, но я испытываю беспокойство, особенно если рядом мои дети. Я ничего не чувствую, это правда. Я просто знаю, что человек не ощущает радиацию, и боюсь долгосрочных последствий.

Не работающие DLP-проекторы 1-го класса мне очень нравятся по дизайну, размеру и массе. Но когда я вижу их в работе, мне хочется их выключить или уйти, хотя одновременно при

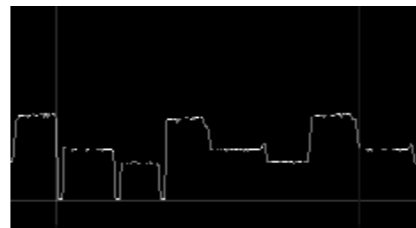


Рис. 9. R=G=B=255 (Sharp Z-9000)

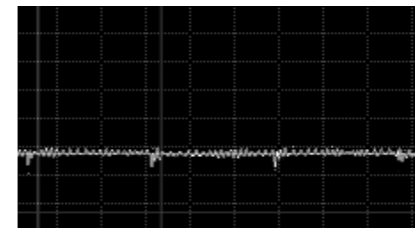


Рис. 10.2. R=255, G=B=0 (LCD-проектор Sharp XG-NV2)

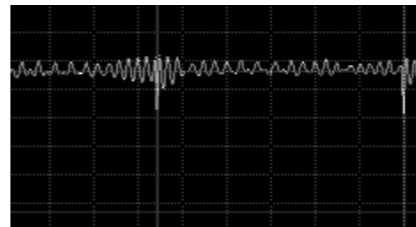


Рис. 10.1. R=G=B=255 (LCD-проектор Sharp XG-NV2)

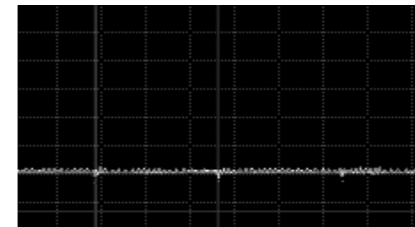


Рис. 10.3. R=64, G=128, B=160 (LCD-проектор Sharp XG-NV2)

4. Коллективные средства отображения информации, требующие напряжения зрения

Сюда я отношу ситуационные центры, диспетчерские, пункты наблюдений и т. д. Если оператор смотрит на экран не просто как созерцатель, а вынужден раз-

глядывать мелкие детали на нем, проверка такого оборудования на эргономические параметры просто необходима. Для подобных приложений, на мой взгляд, одночиповые DLP-проекторы, DLP-кубы и видеостены нуждаются в дополнительном медицинском тестировании.

этом я, как физик, очень завидую этому неизвестному мне инженеру, придумавшему 4-й сектор и сумел поднять световой поток проекторов в два раза, не нарушая стандарта ANSI! Дай бог ему здоровья, и надеюсь, он стал мультимиллионером.

Я понимаю, что моя статья получилась критической, но думаю, что одна критическая статья на фоне тысячи хвалебных – это не очень много. Может, она несколько отрезвит наших читателей и лишний раз убедит их в том, что не бывает идеальных технологий и приборов, просто некоторые их недостатки тщательно скрываются. ■

Связаться с автором можно по адресу: mgf@lsoi.ru

ОТКРЫТОЕ ОБРАЩЕНИЕ АВТОРА К ГОСУДАРСТВЕННЫМ ОРГАНАМ РОССИИ

К ОРГАНАМ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Считаю целесообразным провести специальное исследование безопасности DLP-проекторов и их влиянии на здоровье человека, разработать нормативы на использование таких проекторов для взрослых и детей.

К ОРГАНАМ ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Считаю, что без медицинской экспертизы не стоит работать с DLP-проекторами в дошкольных и школьных учреждениях, рекомендую использование уже имеющихся DLP-проекторов свести к минимуму.