



Методы тестирования устройств для показа 3D

Алексей Федоров

Video Group

CS MSU Graphics & Media Lab

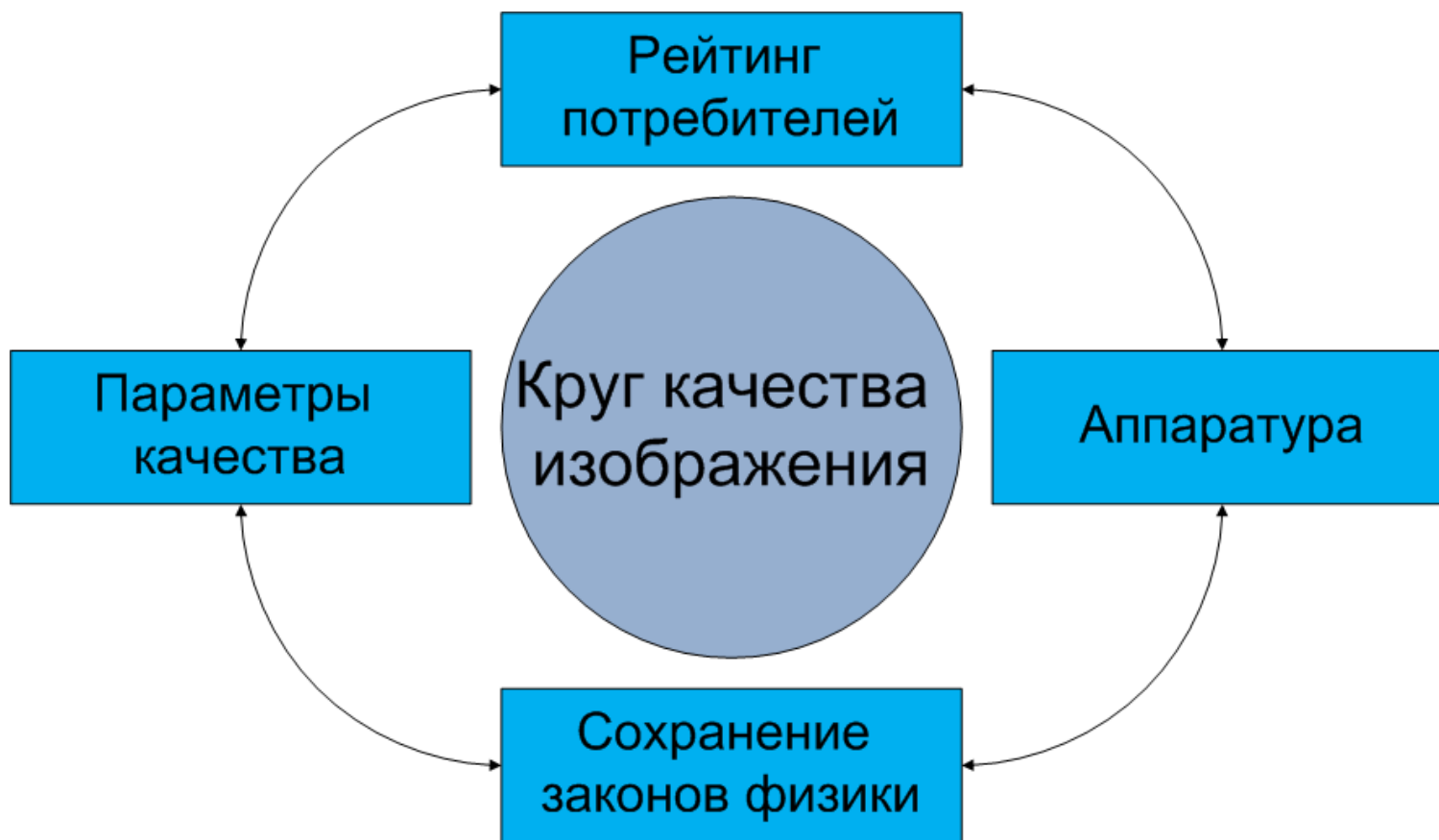


Содержание

- **Введение**
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- Заключение

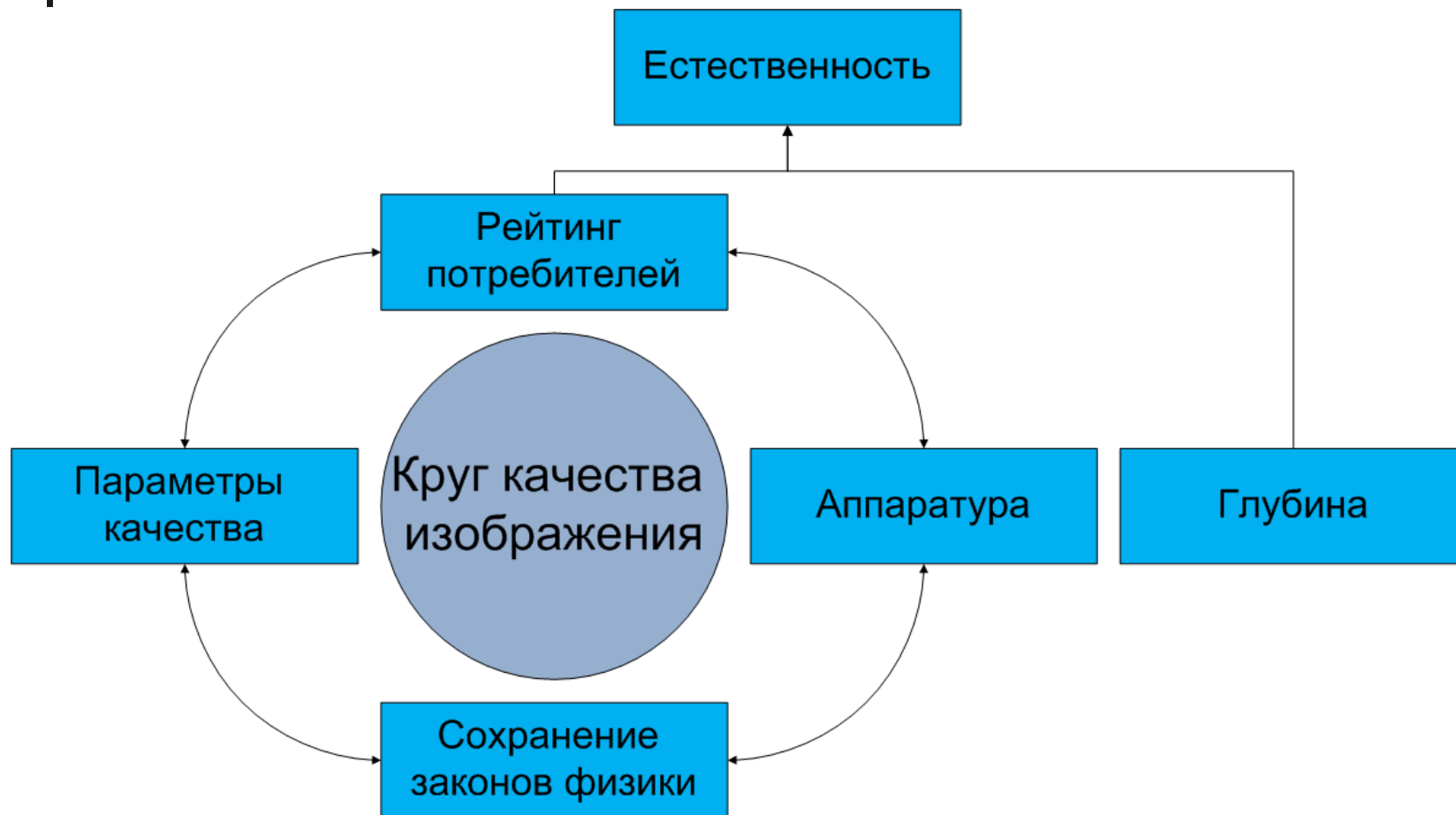
Введение

Круг качества изображений



Введение

Круг качества изображений + глубина



Введение

Трудности измерений

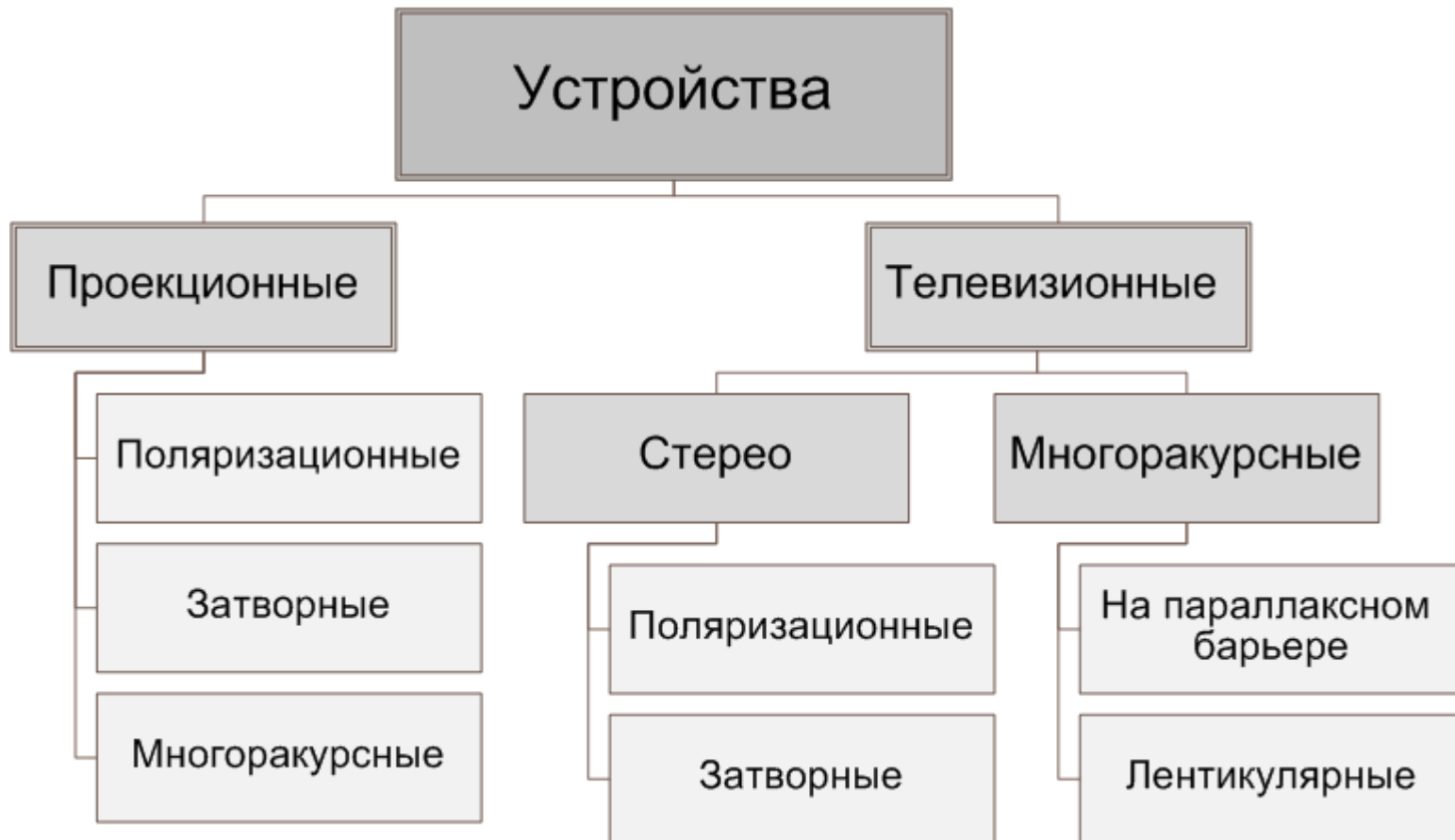
- Что измерять?
- Как измерять?
- Какое оборудование использовать для измерений?
- Как анализировать результаты?



Содержание

- Введение
- **Классификация 3D устройств**
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- Заключение

Классификация 3D устройств (1)



Классификация 3D устройств (2)





Содержание

- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - **Общие проблемы**
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- Заключение



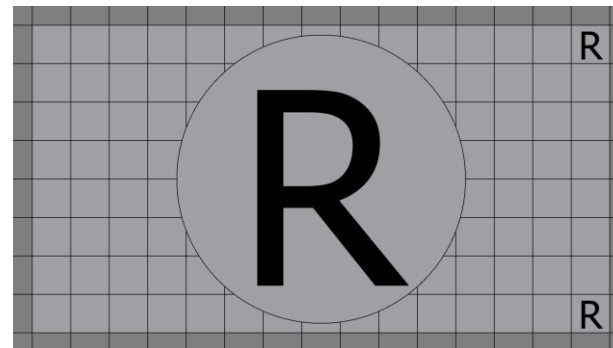
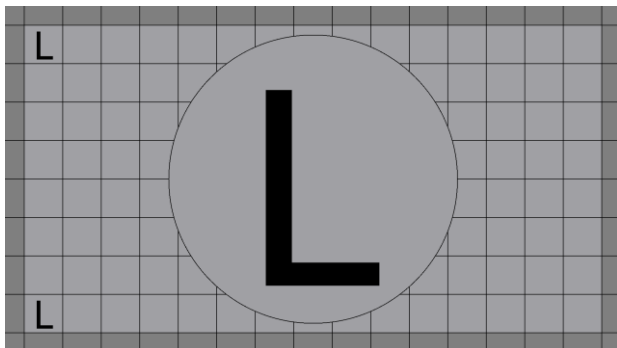
Общие проблемы

К наиболее распространенным проблемам почти всех 3D устройств можно отнести:

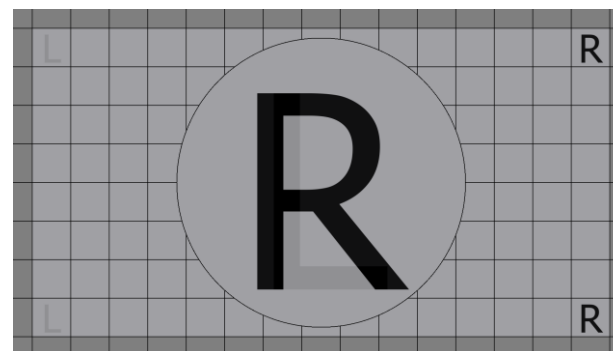
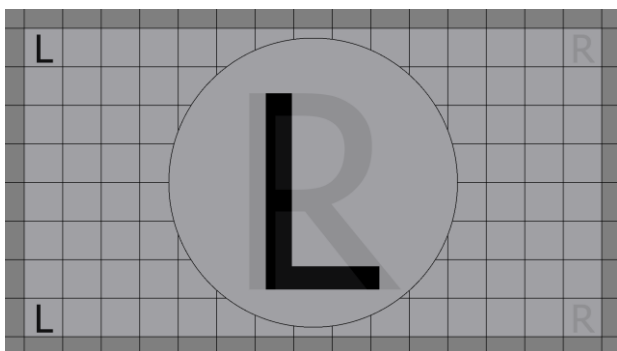
- Перекрестные помехи (Cross Talk, Ghosting)
- Потеря цвета / несоответствие ракурсов по цвету
- Потеря яркости / несоответствие ракурсов по яркости

Cross Talk

Пример



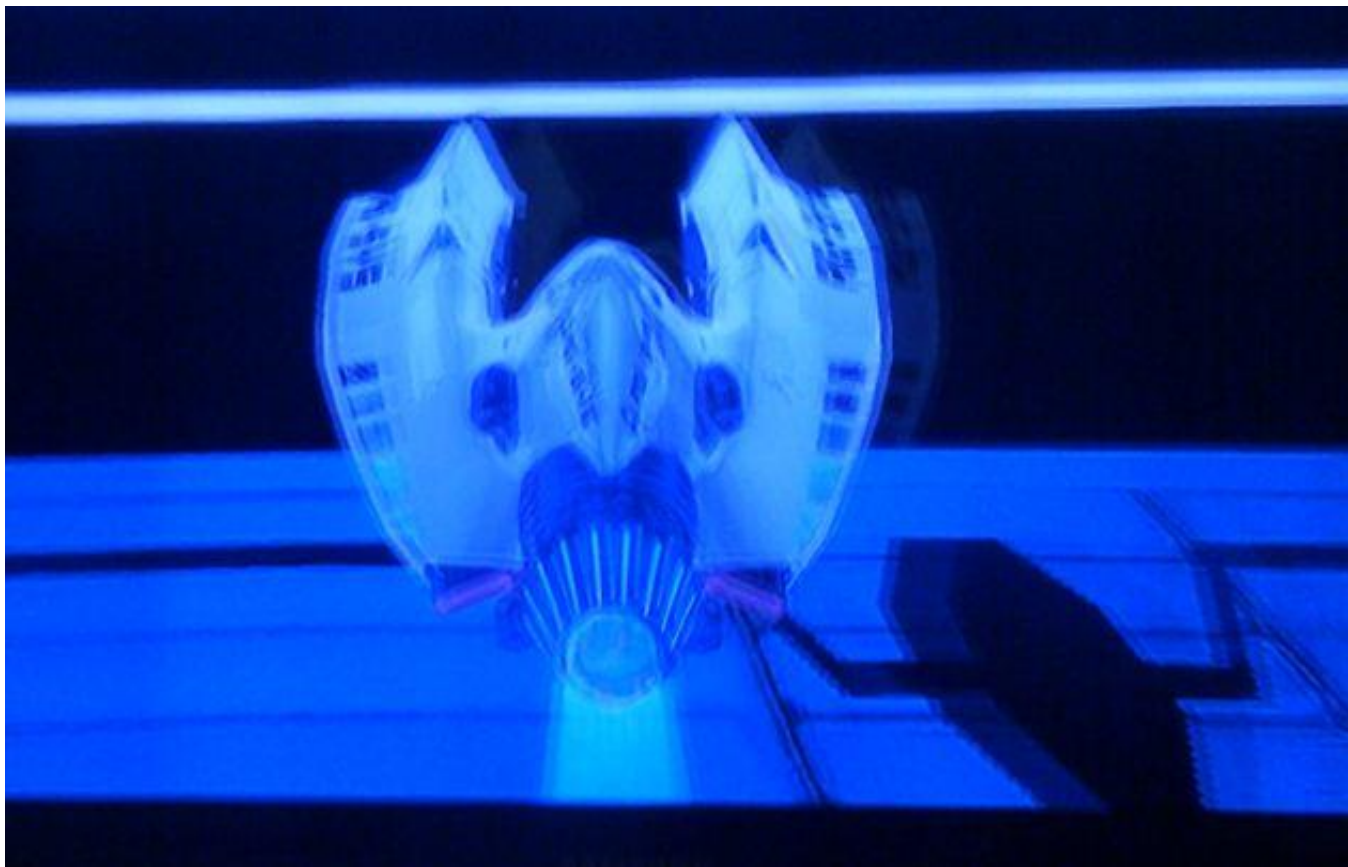
Исходные изображения для левого и правого глаза



То, что видно левым и правым глазом при перекрестных помехах 10%

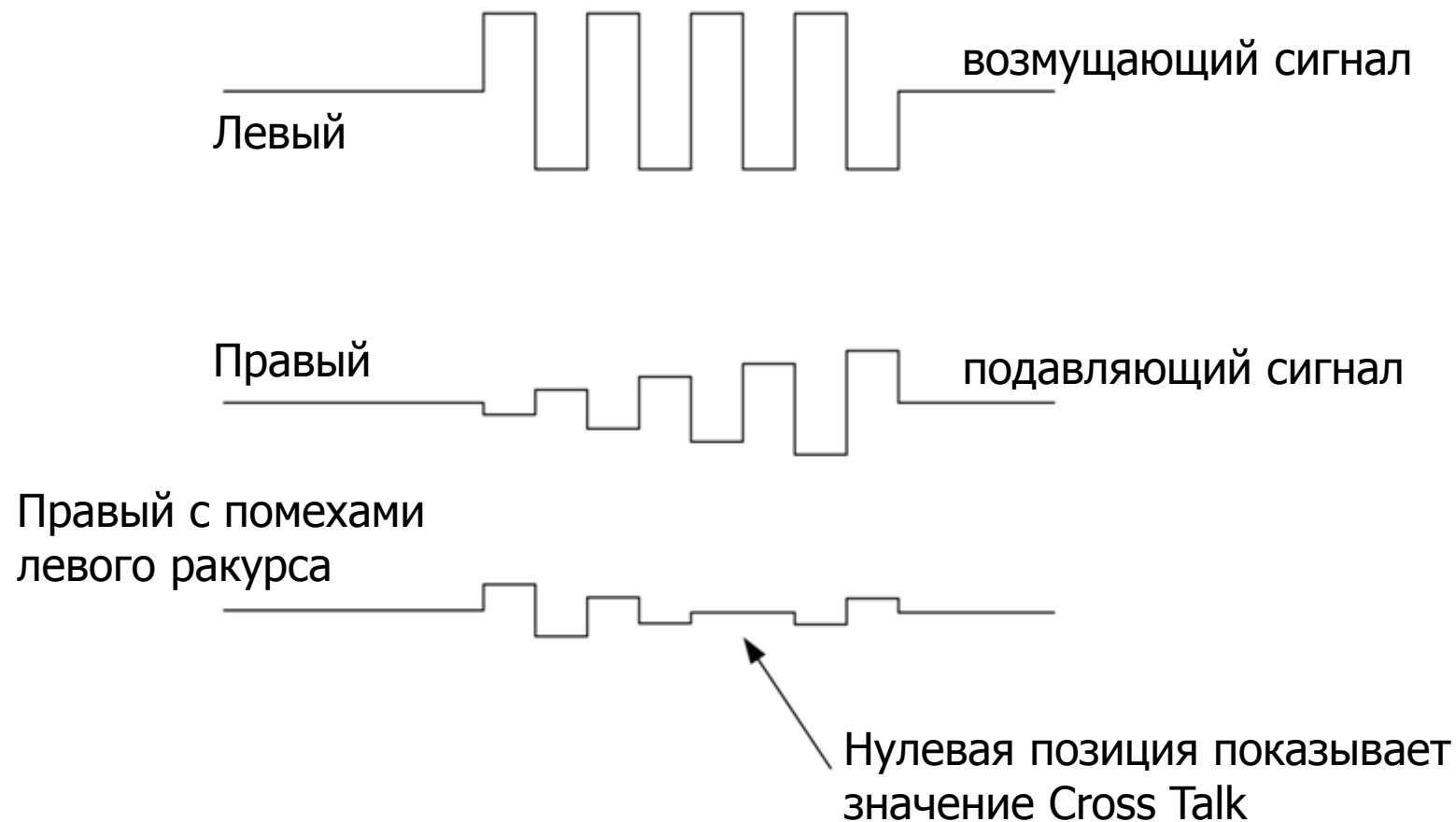
Cross Talk

Пример из жизни



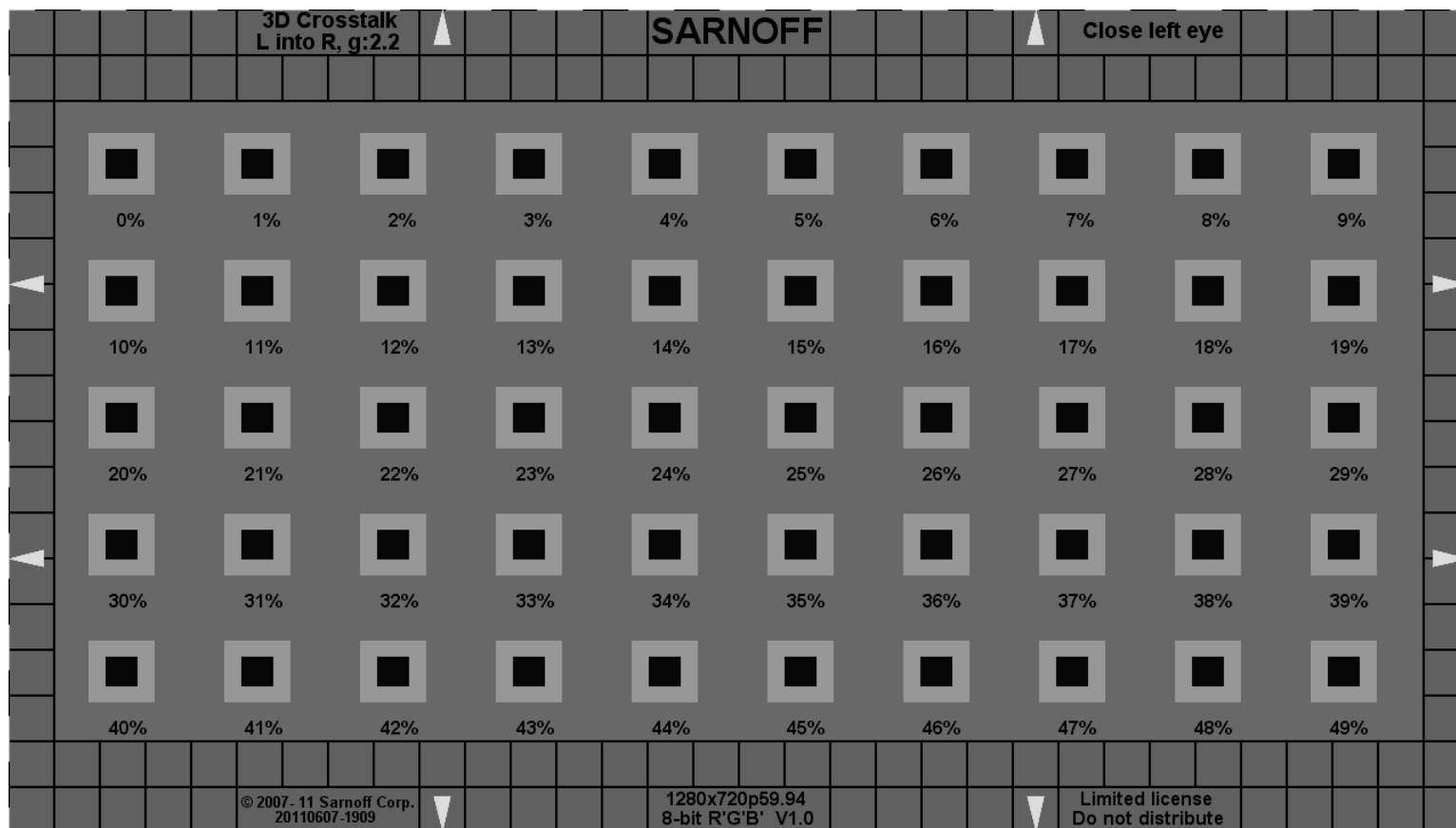
Cross Talk

Как тестировать?



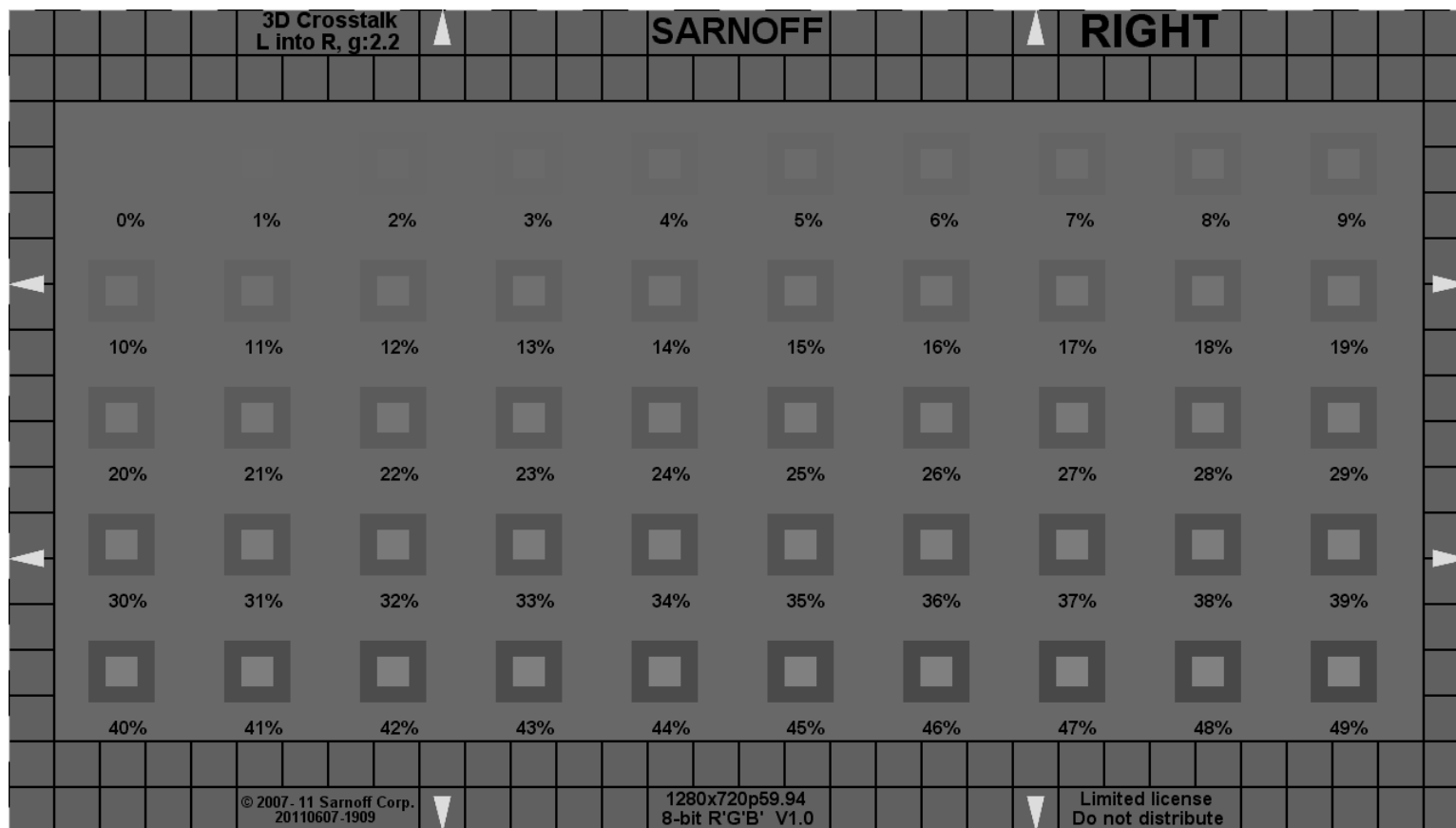
Cross Talk

Тест 1 (левый ракурс)



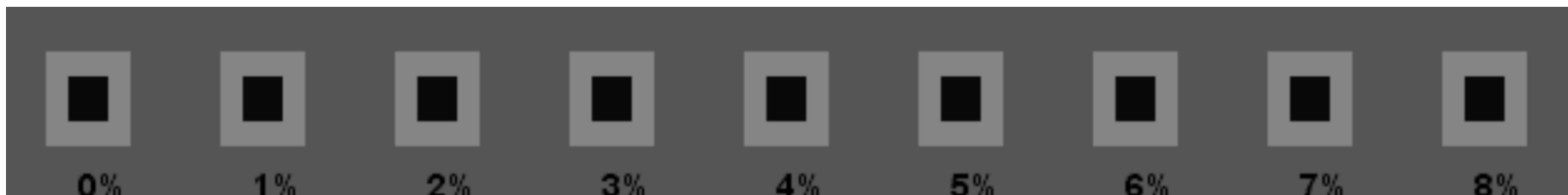
Cross Talk

Тест 1 (правый ракурс)



Cross Talk

Тест 1 (пример результата)



Левый вид, возмущающий сигнал



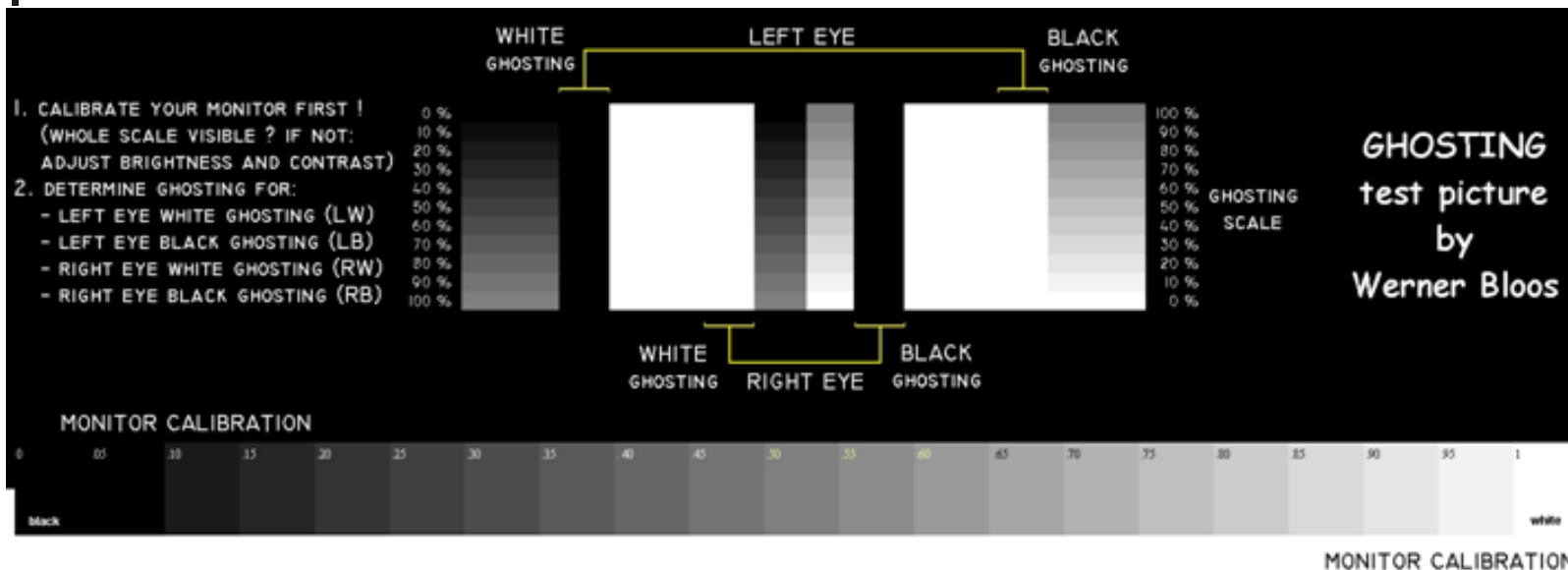
Правый вид, подавляющий сигнал



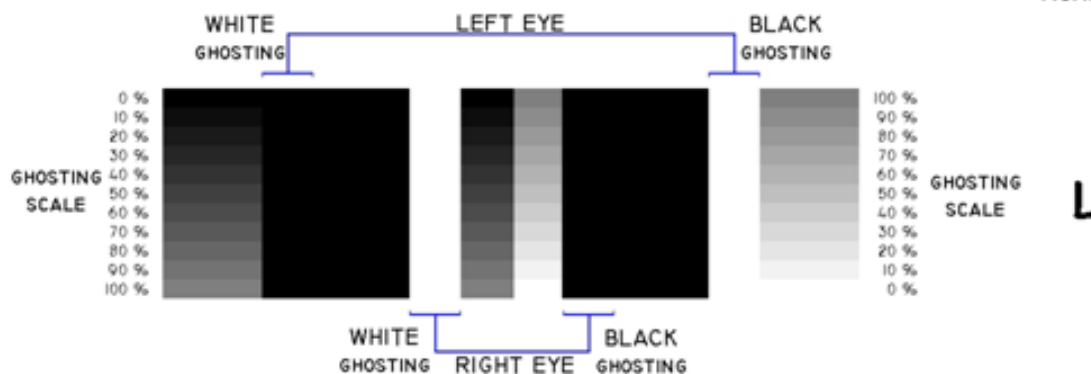
Отображающийся правый вид. Ноль на 4%

Cross Talk

Тест 2 (левый ракурс)

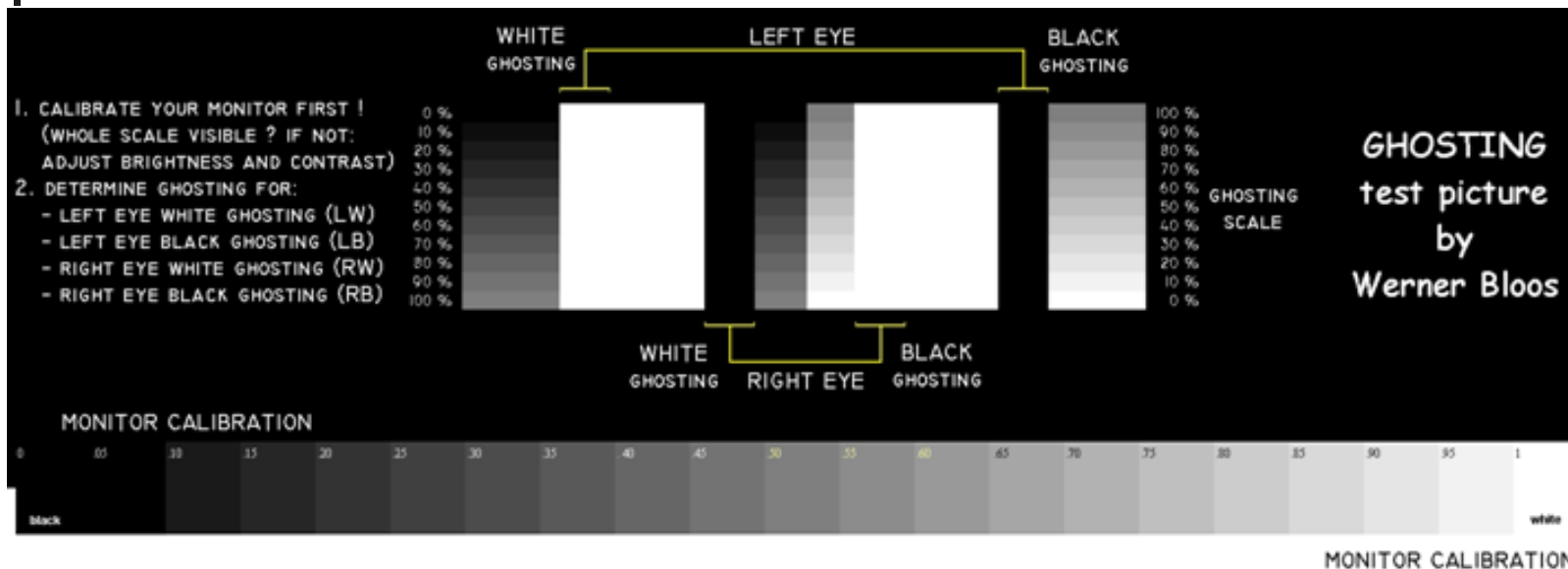


GHOSTING
test picture
by
Werner Bloos

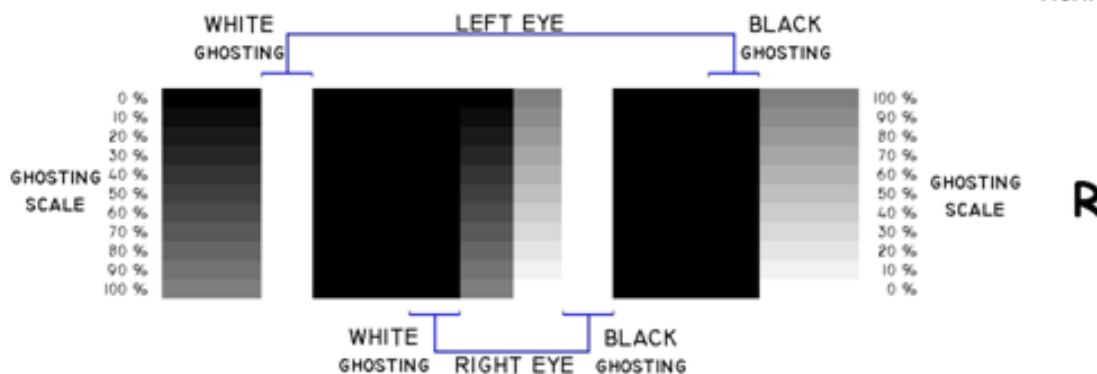


Cross Talk

Тест 2 (правый ракурс)



GHOSTING test picture by Werner Bloos



Потеря цвета

Пример



Исходные изображения для левого и правого глаза



То, что видно левым и правым глазом
при потере цвета или несоответствии ракурсов по цвету



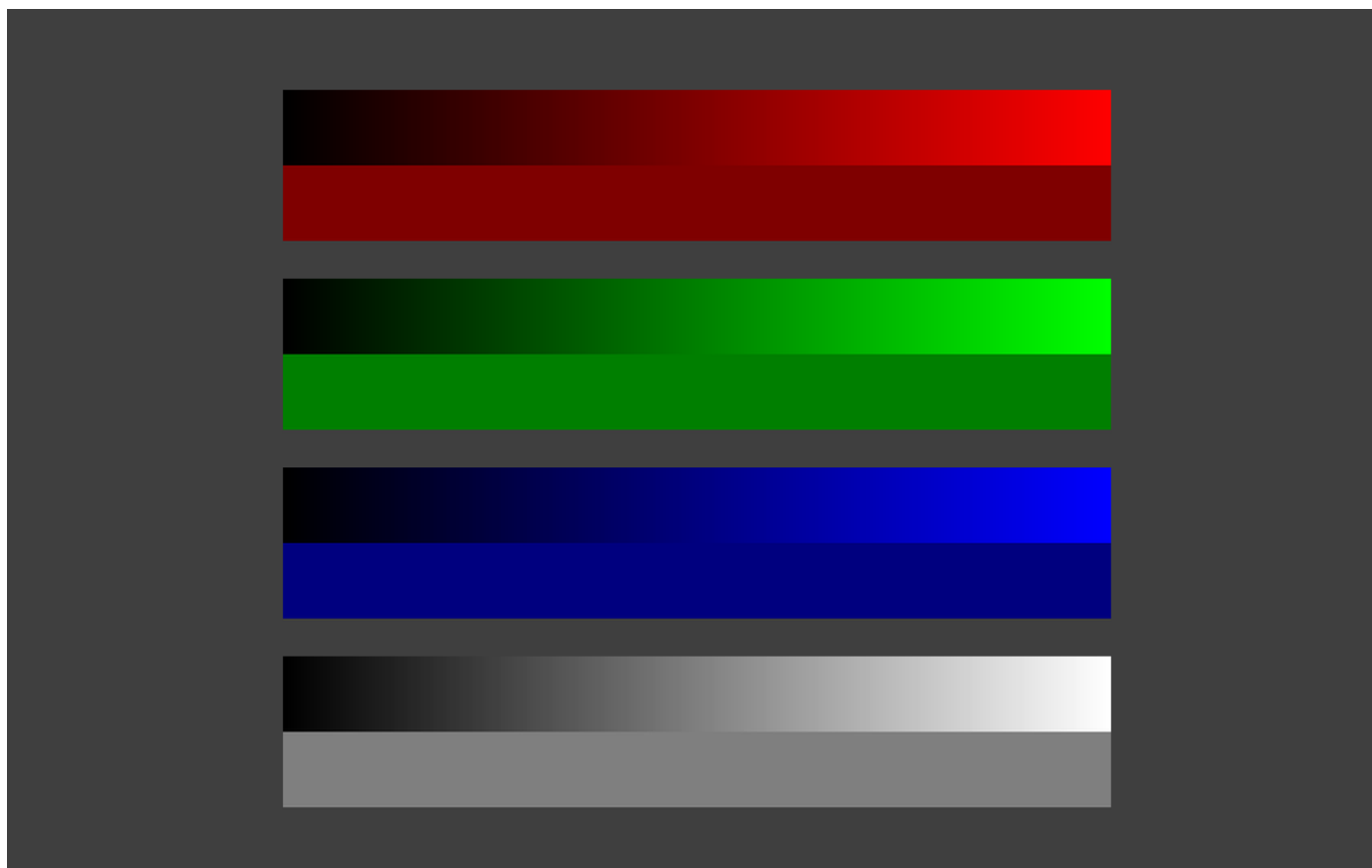
Потеря цвета

Пример из жизни



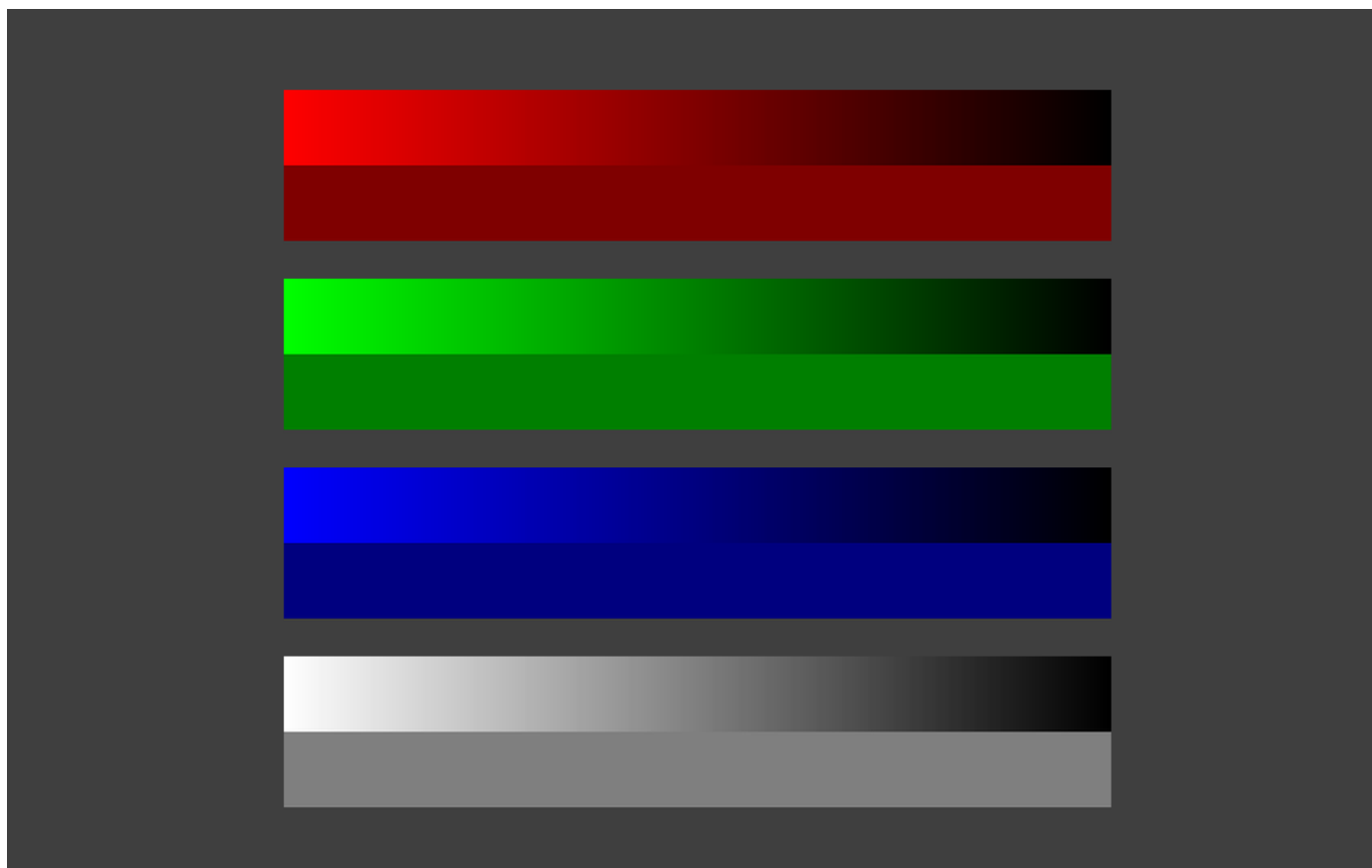
Потеря цвета

Тест 1 (левый ракурс)



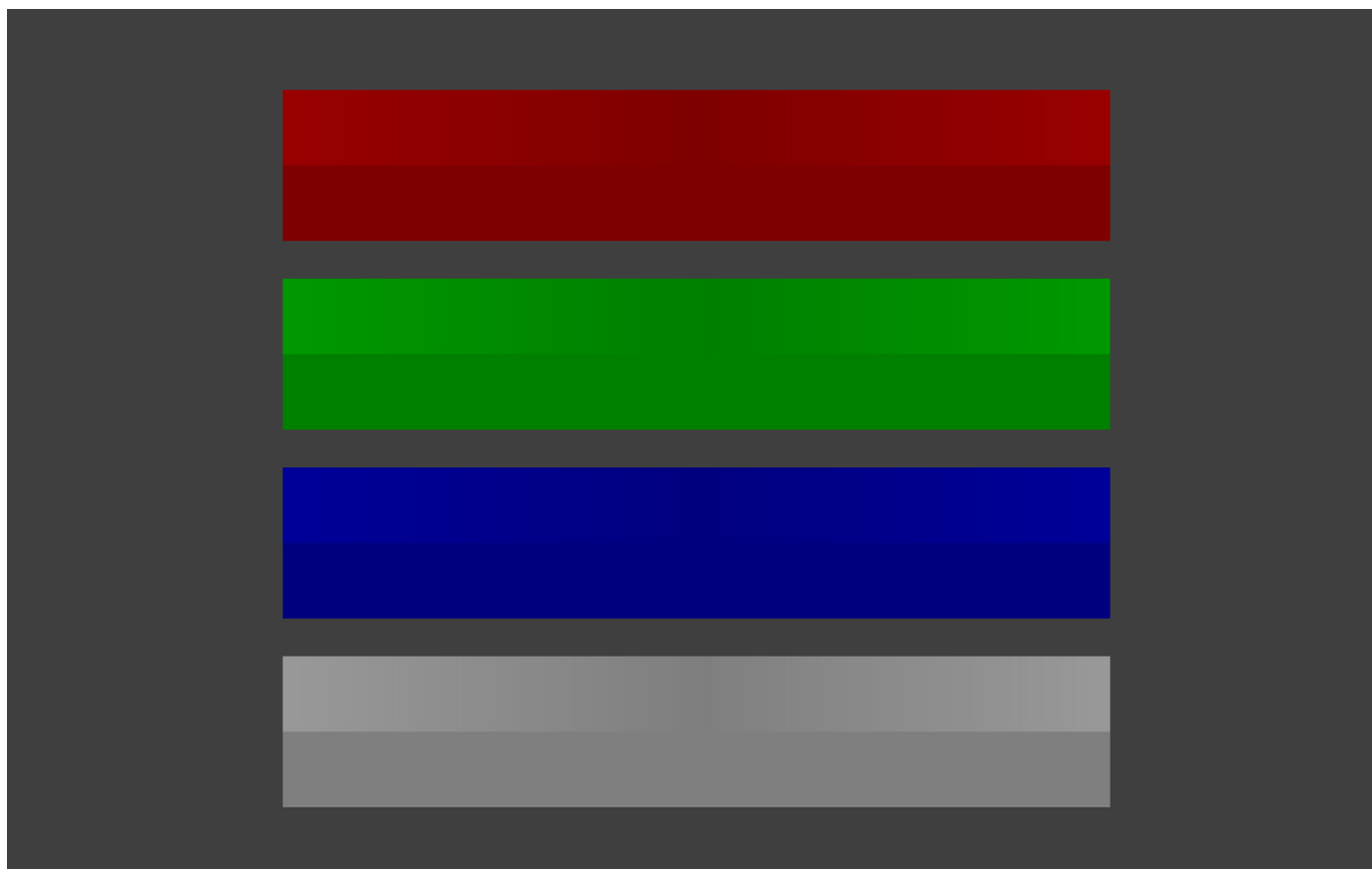
Потеря цвета

Тест 1 (правый ракурс)



Потеря цвета

Тест 1 (результат с потерей цвета)



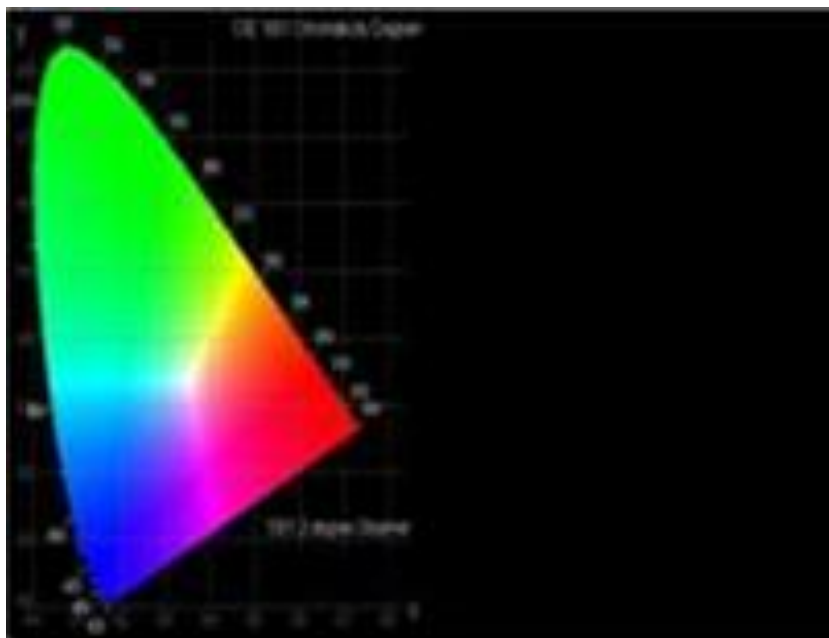
Потеря цвета

Тест 1 (результат без потери цвета)

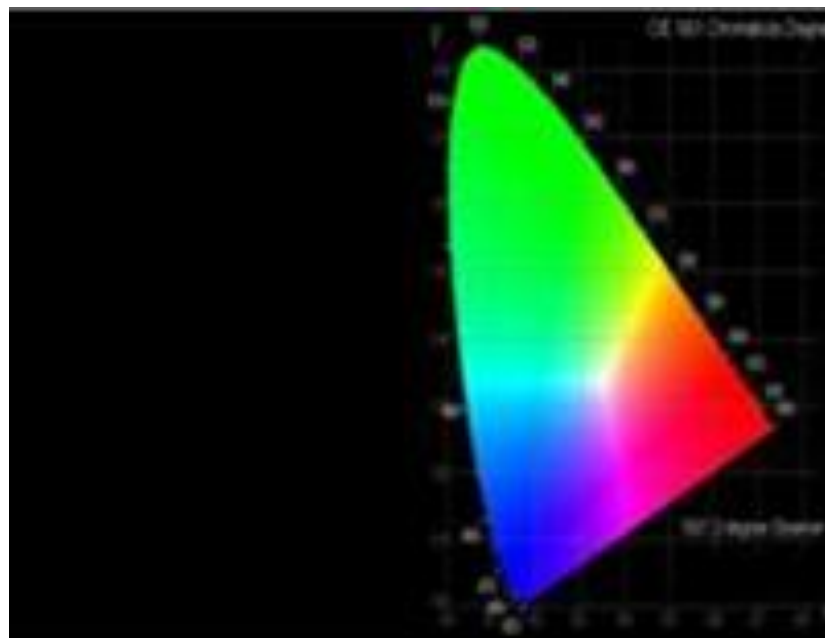


Потеря цвета

Тест 2



Левый глаз



Правый глаз

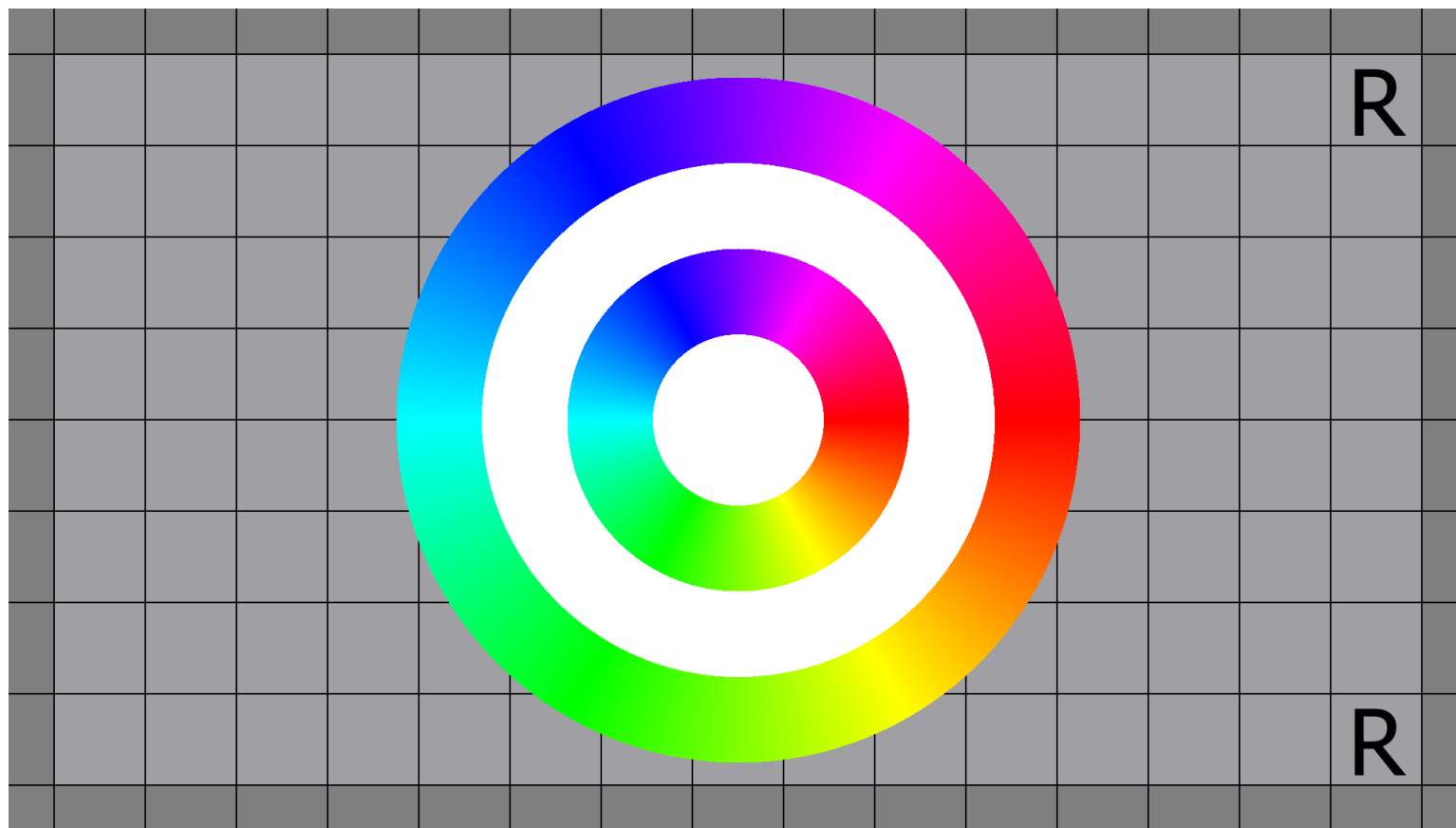
Потеря цвета

Тест 3 (левый ракурс)



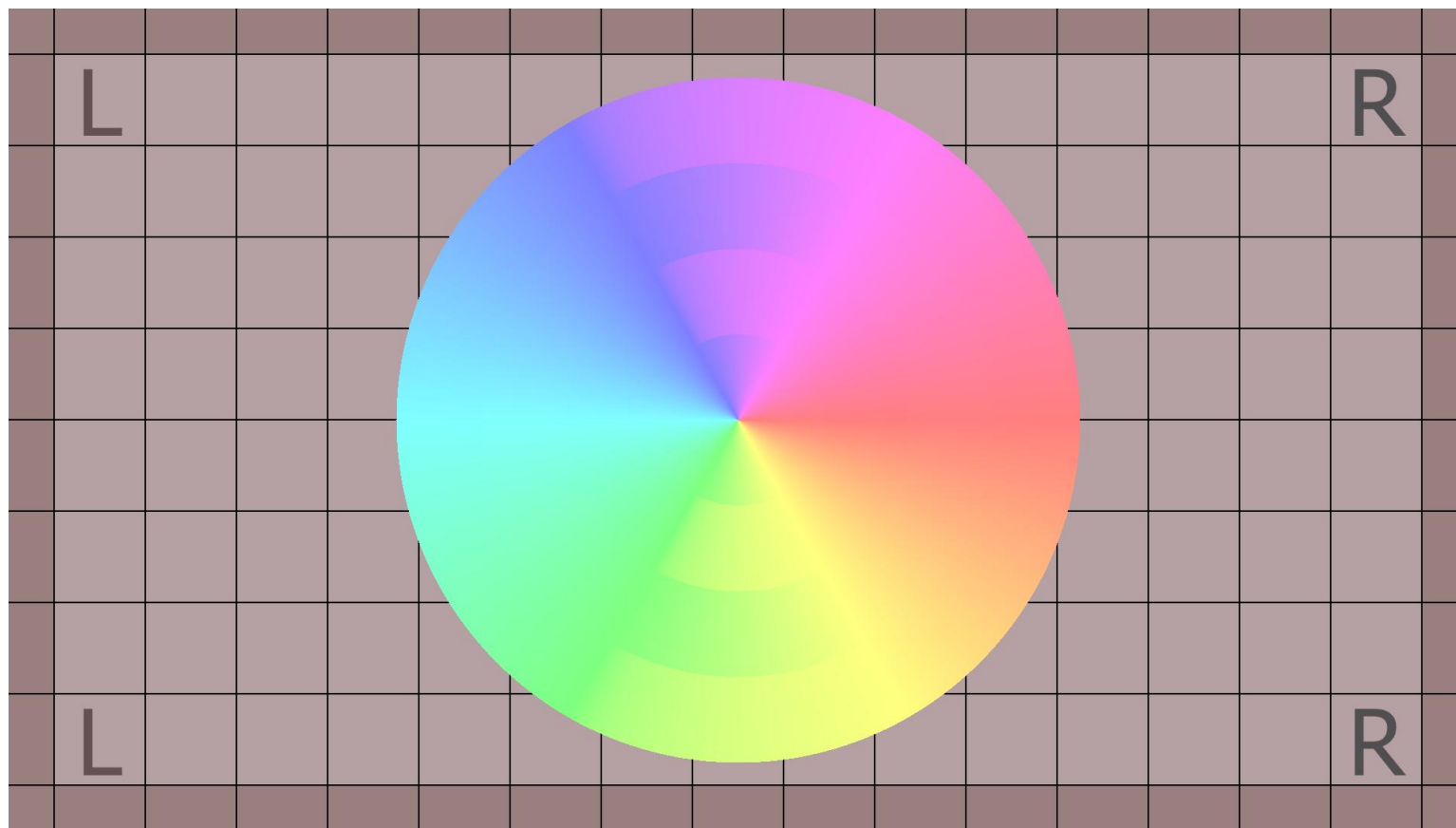
Потеря цвета

Тест 3 (правый ракурс)



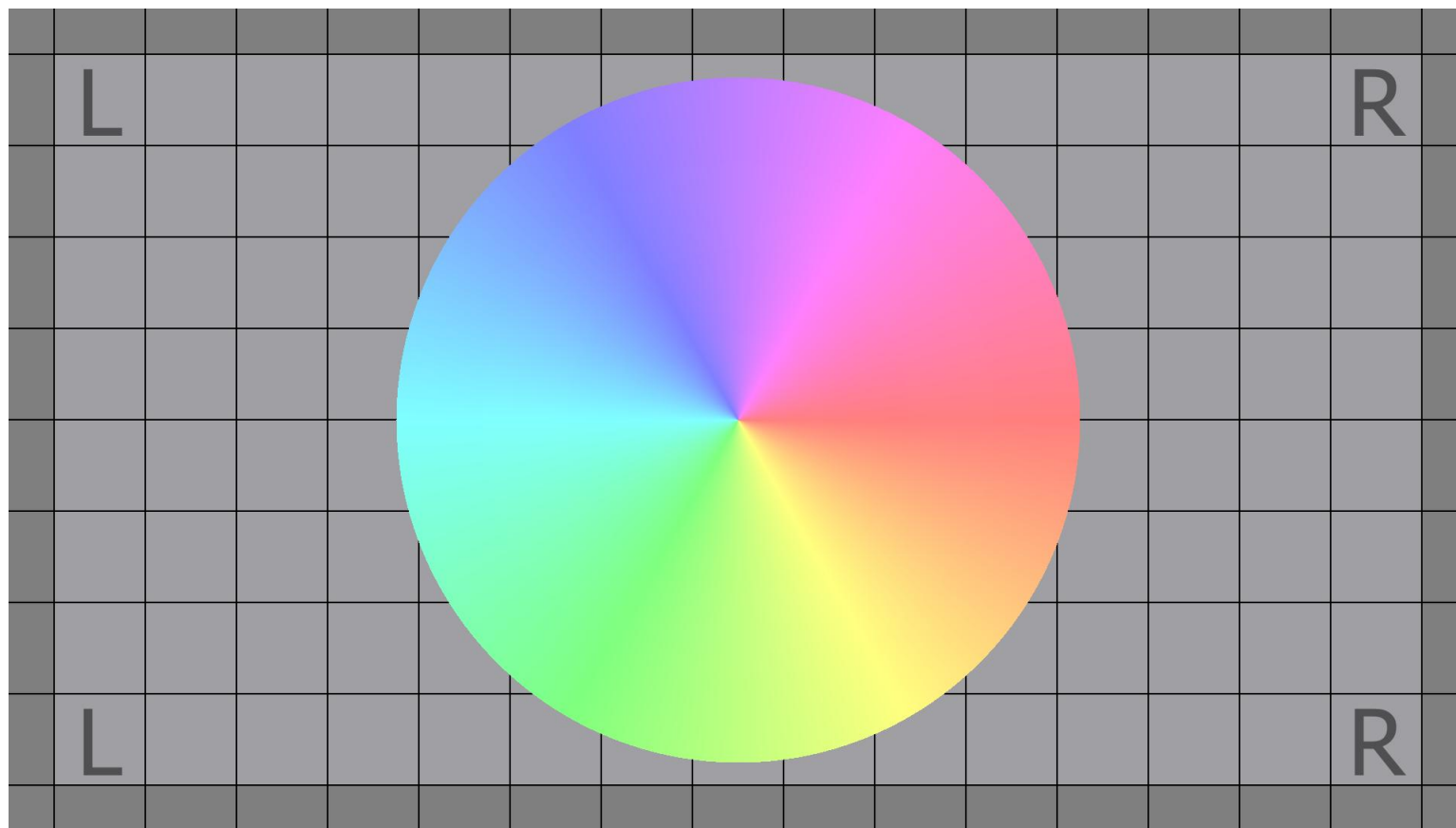
Потеря цвета

Тест 3 (результат с потерей цвета)



Потеря цвета

Тест 3 (результат без потери цвета)

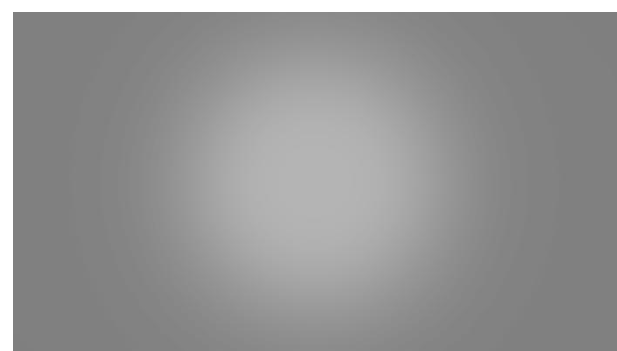


Потеря яркости

Пример



Исходные изображения для левого и правого глаза



То, что видно левым и правым глазом
при потере яркости или несоответствии ракурсов по яркости

Потеря яркости

Как тестировать? Обозначения (1)

L_A, L_B – подаваемые изображения

L_L, L_R – изображения на левом и правом глазу

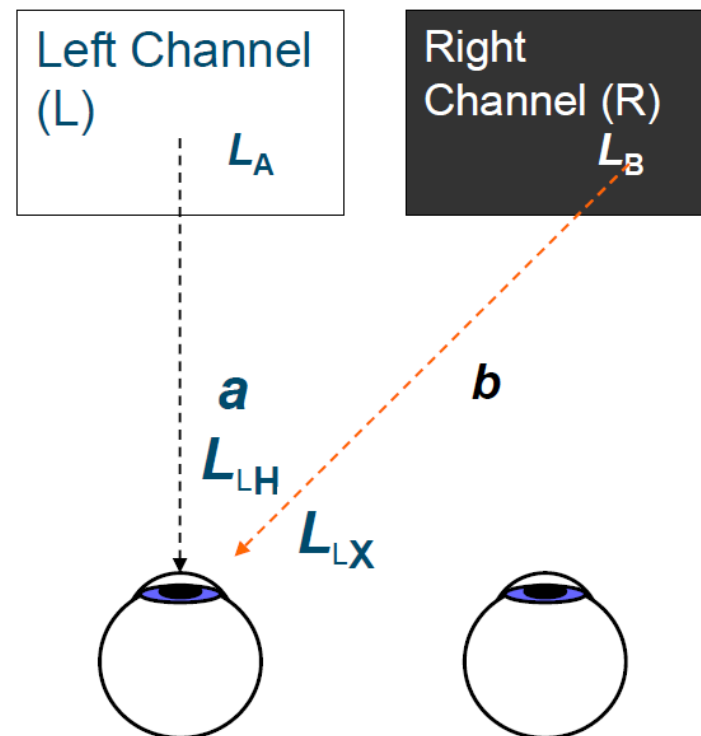
a, b – коэффициенты видимости изображения (для левого глаза)

Яркость канала (левого)

$$L_{LH} = a \cdot L_{AW}$$

Яркость Cross Talk (для левого)

$$L_{LX} = b \cdot L_{BW}$$



Потеря яркости

Как тестировать? Обозначения (2)

- Яркость для одного глаза (левого)

$$L_L = L_{LH} + L_{LX}$$

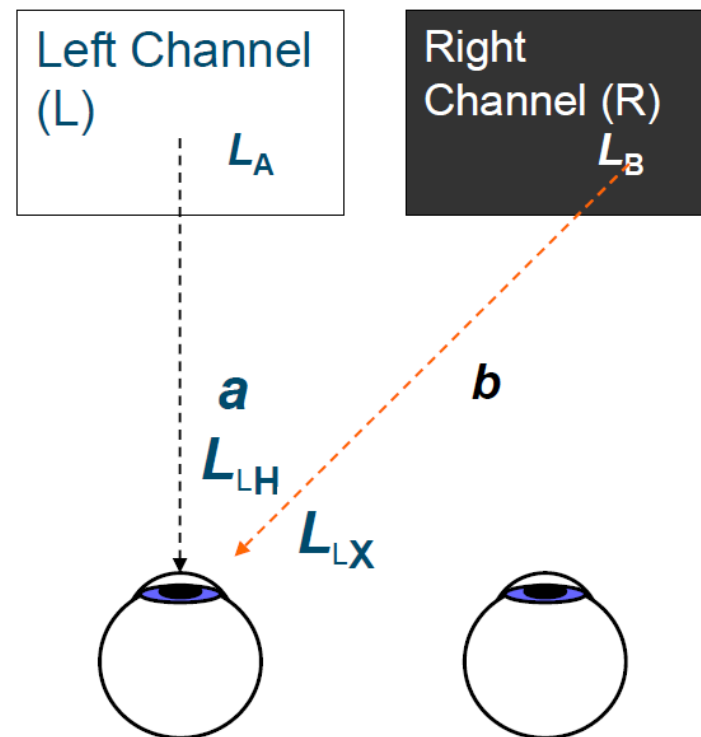
- Яркость для двух глаз

$$L_{amean} = (L_L + L_R) / 2$$

среднее арифметическое

$$L_{gmean} = (L_L \cdot L_R)^{1/2}$$

среднее геометрическое



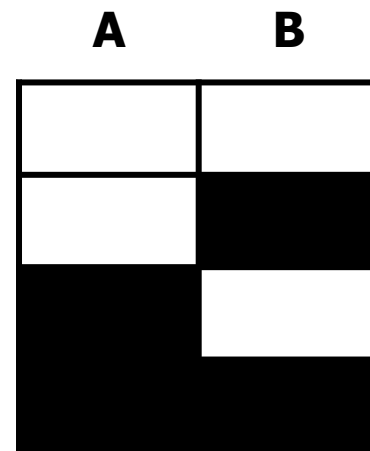
Потеря яркости

Тест

Посчитаем яркости для левого глаза на четырех комбинациях подаваемых изображений

- $L_{LWW} = a \cdot L_{AW} + b \cdot L_{BW}$
- $L_{LWK} = a \cdot L_{AW} + b \cdot L_{BK}$
- $L_{LKW} = a \cdot L_{AK} + b \cdot L_{BW}$
- $L_{LKK} = a \cdot L_{AK} + b \cdot L_{BK}$

W – white; K – black; L – left



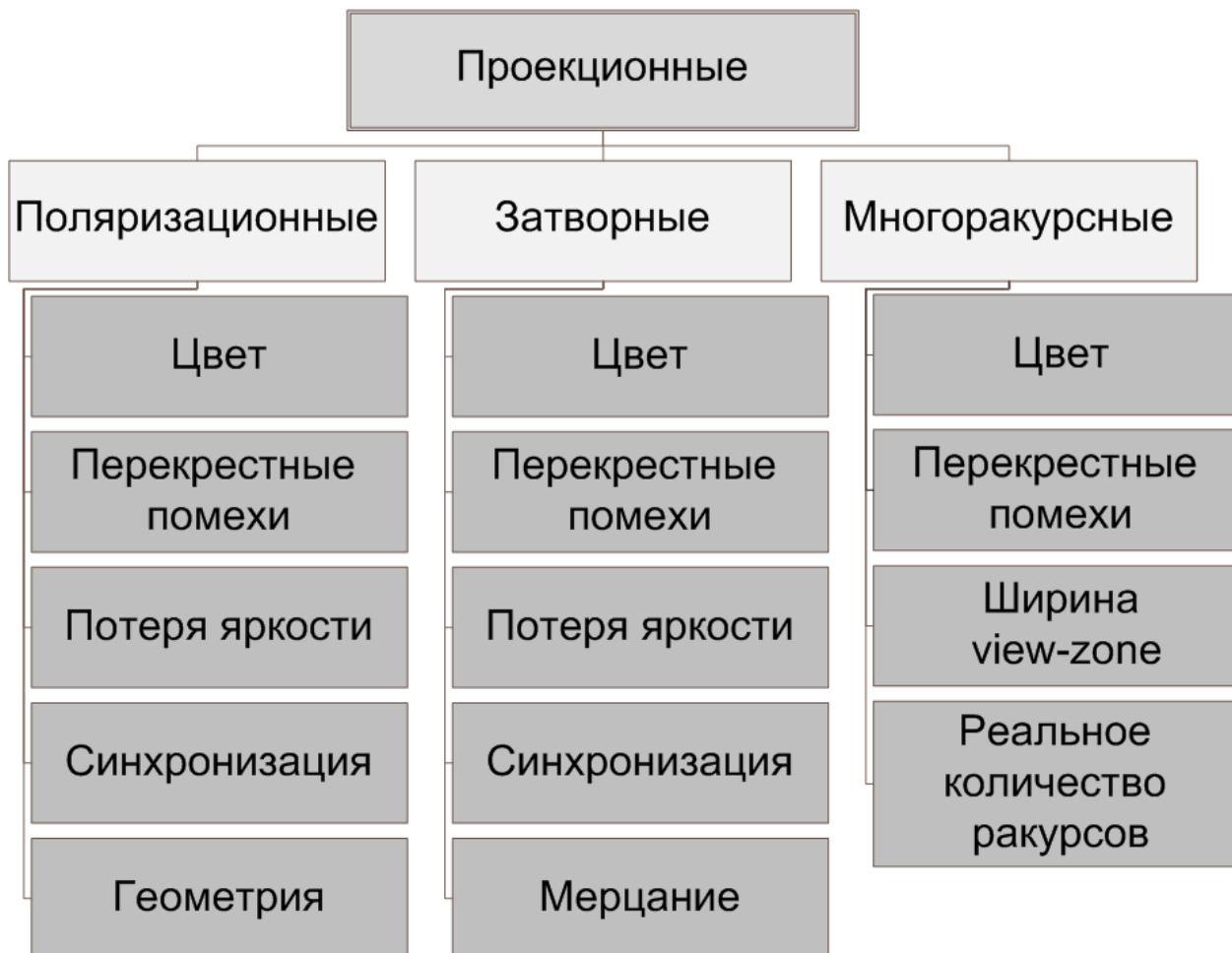
	Обозначения	Левый глаз	Правый глаз
Cross Talk (%)	X_L, X_R	$\frac{L_{LKW} - L_{LKK}}{L_{LWK} - L_{LKK}}$	$\frac{L_{RWK} - L_{RKK}}{L_{RKW} - L_{RKK}}$
Контраст для одного глаза	C_L, C_R	$\frac{L_{LWW}}{L_{LKK}}$	$\frac{L_{RWW}}{L_{RKK}}$
Контраст стерео	C	$\frac{C_L + C_R}{2}$	
Яркость для одного глаза	L_L, L_R	L_{LWW}	L_{RWW}
Средняя яркость	L_{amean}	$\frac{L_L + L_R}{2}$	
	L_{gmean}	$\sqrt{L_L * L_R}$	
Разница между яркостями	ΔL	$\frac{L_L - L_R}{\min(L_L, L_R)}$	



Содержание

- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - **Проекционные системы**
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- Заключение

Проекционные устройства



Синхронизация

Тест

Левый вид →



Правый вид →



Результат при неправильной синхронизации:

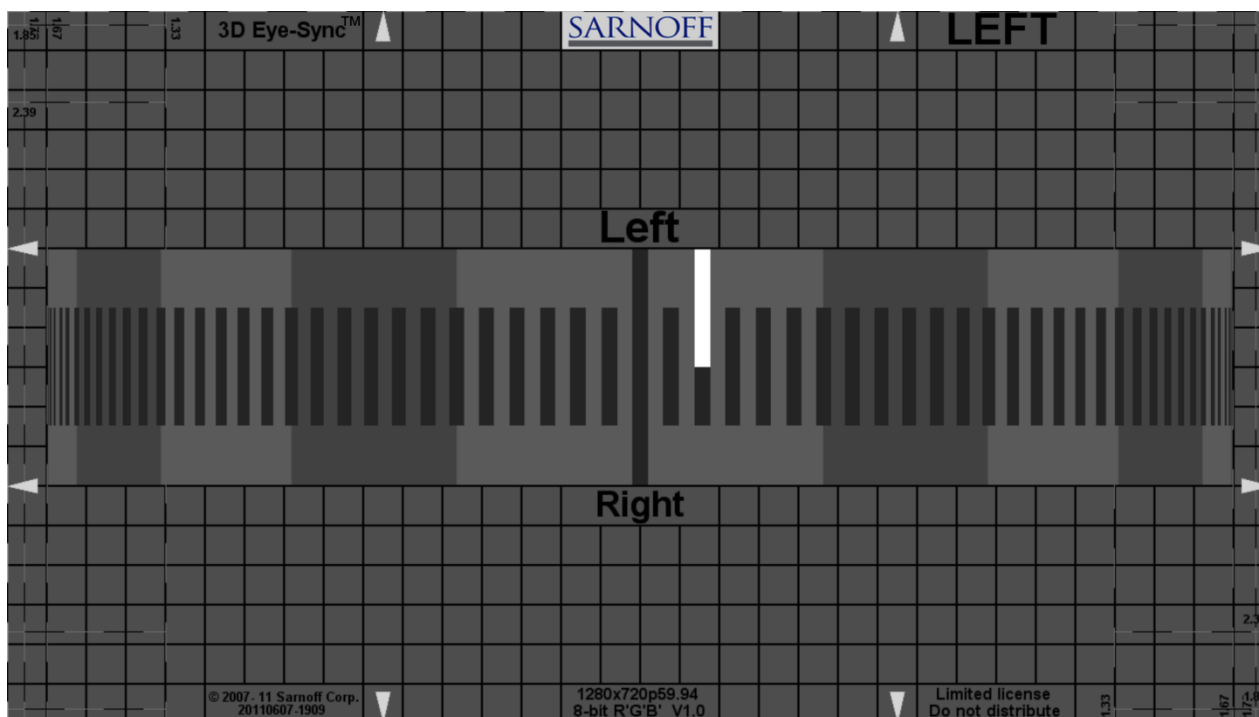
Левый вид →



Правый вид →

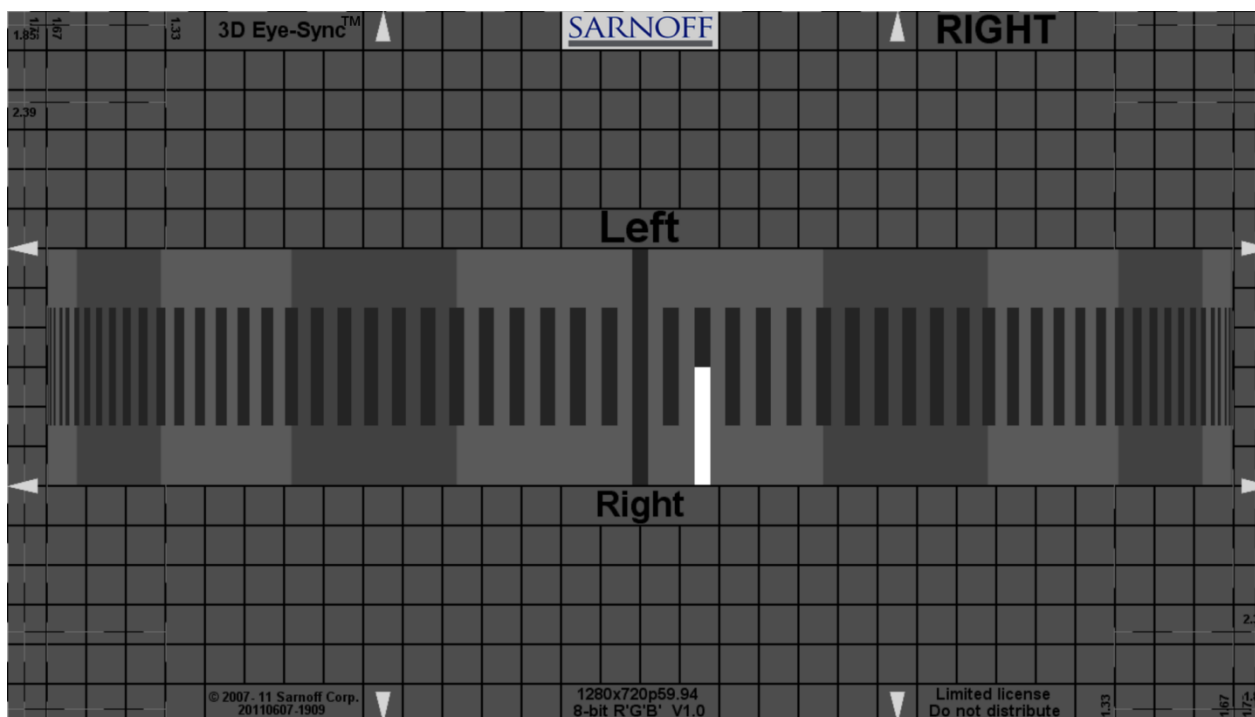
Синхронизация

Тест (левый ракурс)



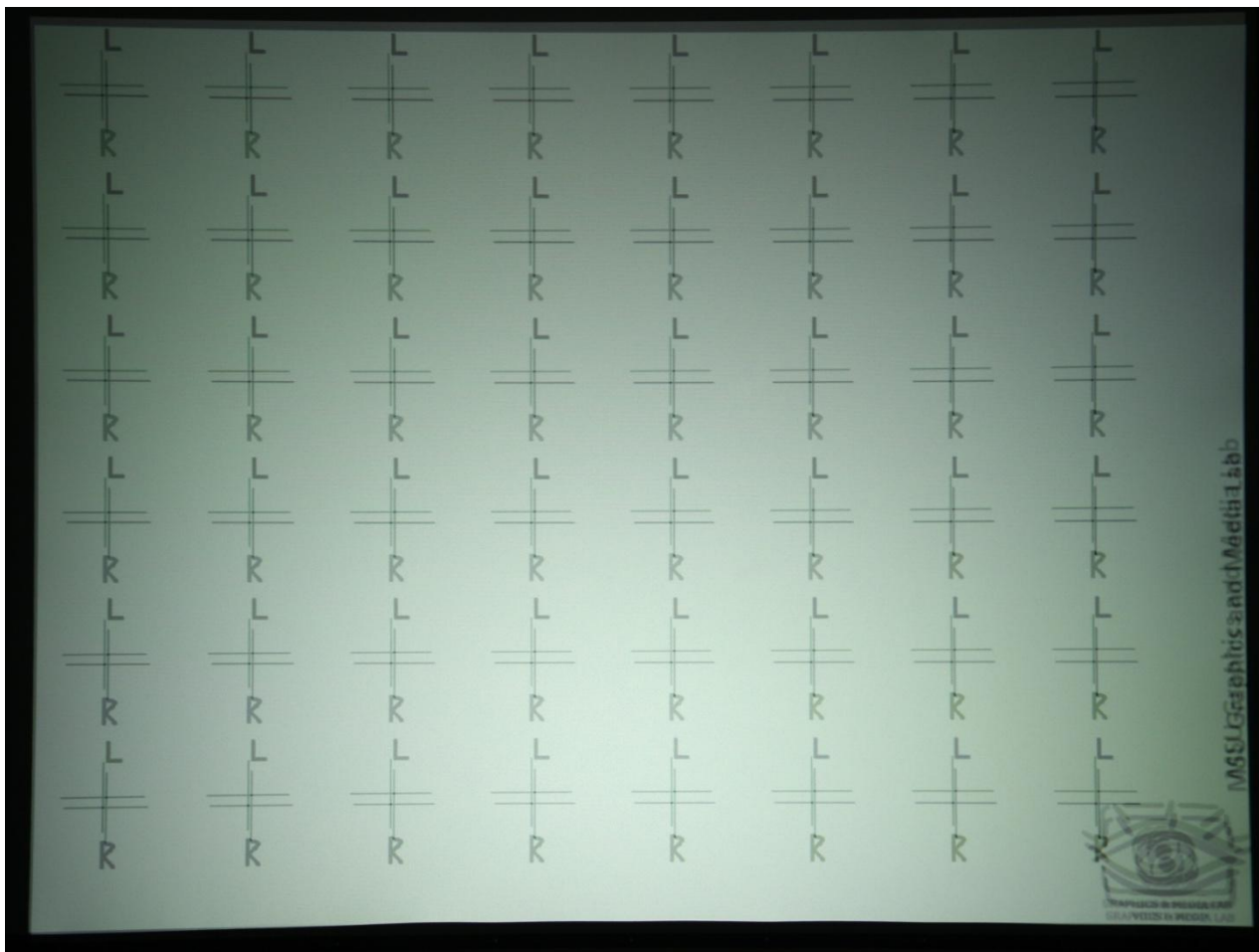
Синхронизация

Тест (правый ракурс)



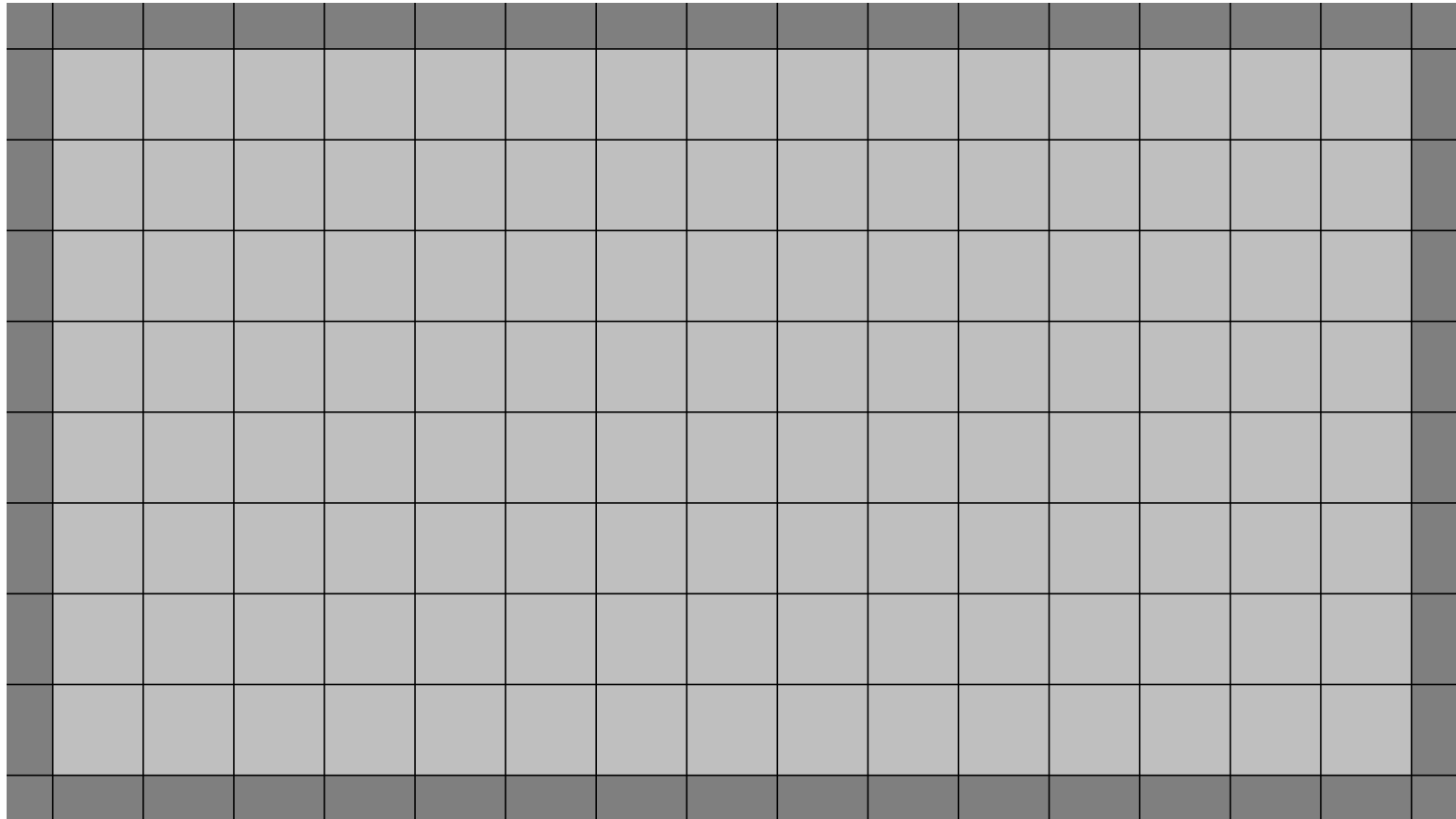
Геометрия

Тест 1



Геометрия

Тест 2



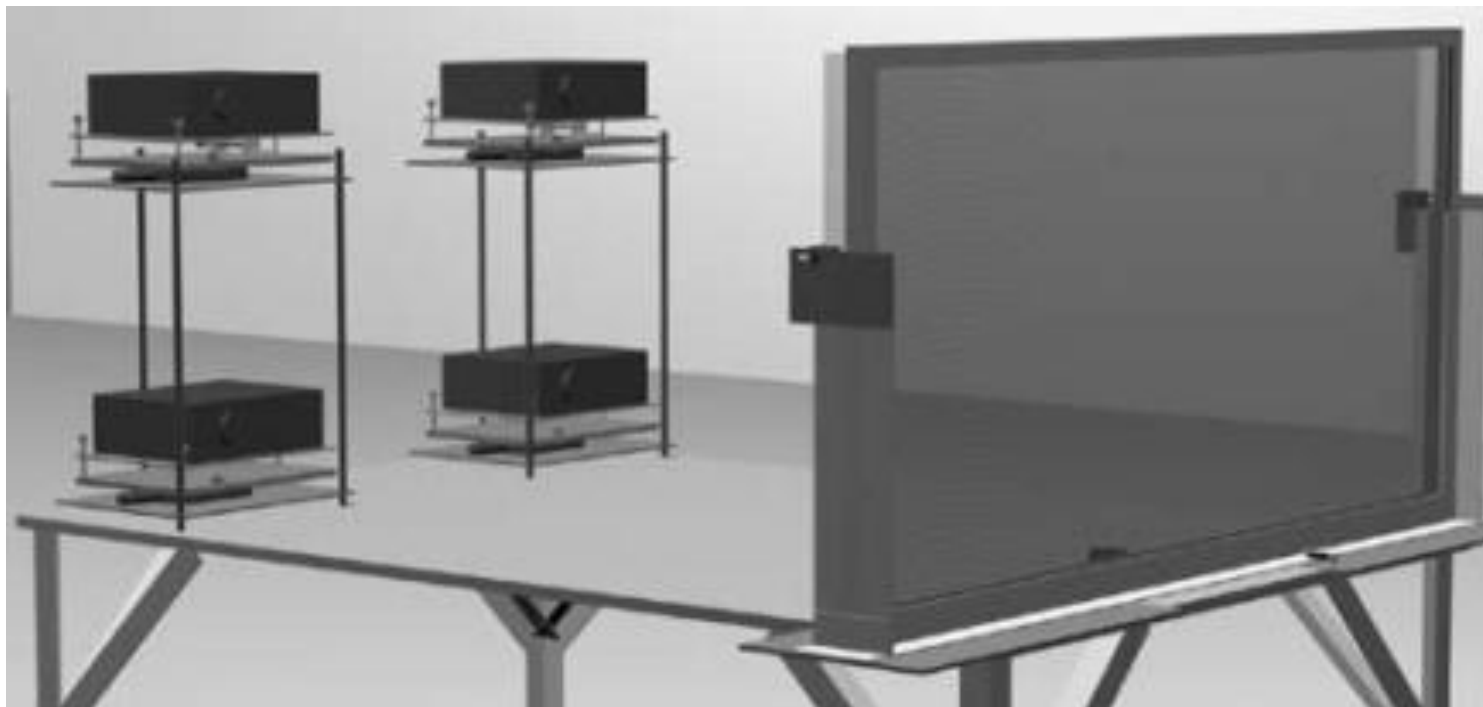
Геометрия

Тест 3



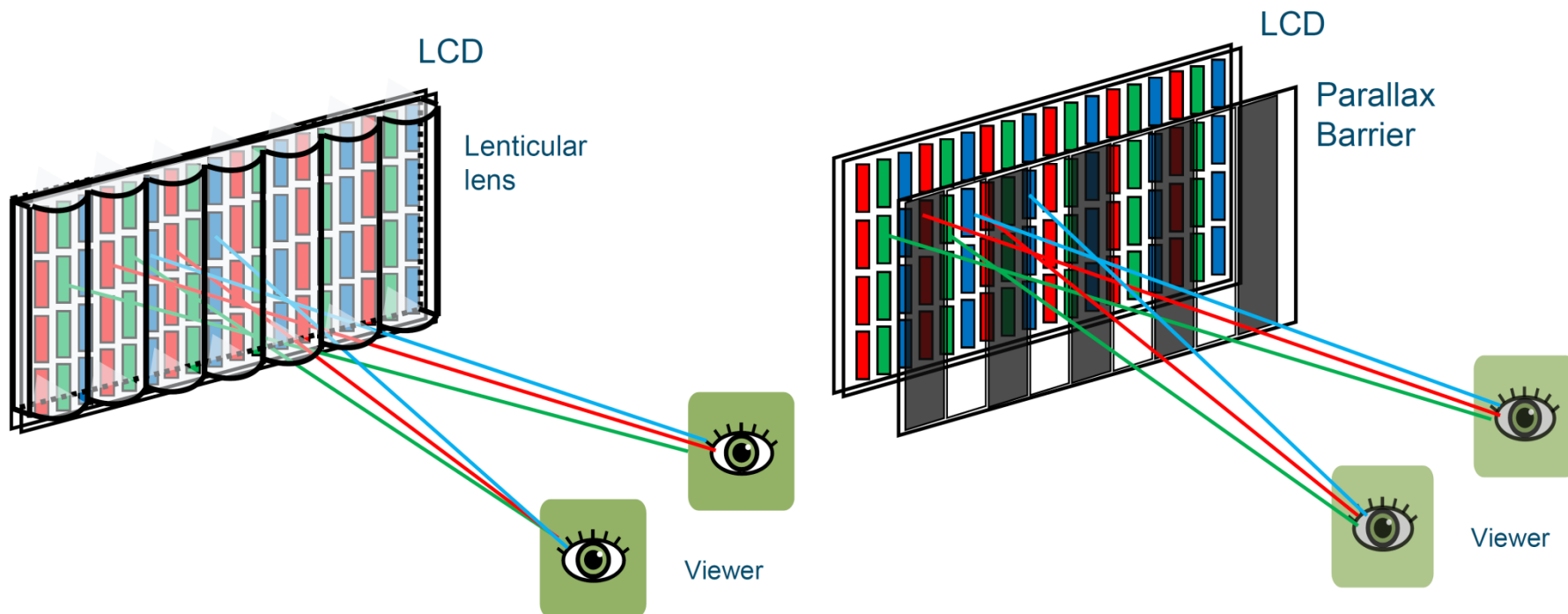
Qui-Gon Jinn	LIAM NEESON
Obi-Wan Kenobi	EWAN MCGREGOR
Queen Amidala / Padmé	NATALIE PORTMAN
Anakin Skywalker	JAKE LLOYD
Senator Palpatine	IAN McDIARMID
Shmi Skywalker	PERNILLA AUGUST
Sio Bibble	OLIVER FORD DAVIES
Captain Panaka	HUGH QUARSHIE
Jar Jar Binks	AHMED BEST
C-3P0	ANTHONY DANIELS
R2-D2	KENNY BAKER
Yoda	FRANK OZ
Chancellor Valorum	TERENCE STAMP
Boss Nass	BRIAN BLESSED
Watto	ANDREW SECOMBE
Darth Maul	RAY PARK

Многоракурсная проекционная система



Многоракурсные системы

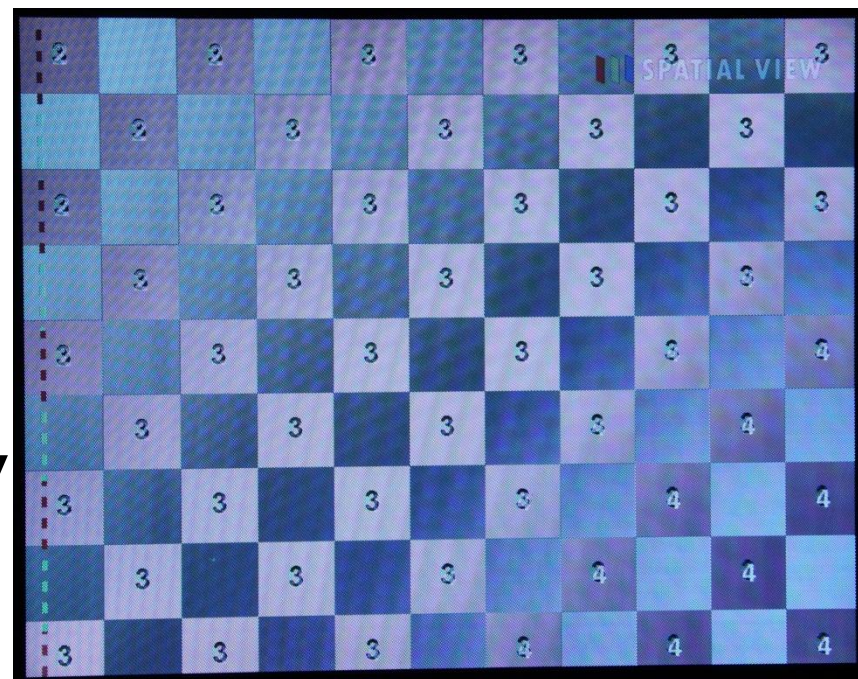
Общее устройство



Многоракурсные системы

Перекрестные помехи (1)

- У многоракурсных систем природа перекрестных помех немного отличается от других моделей
- В связи с этим нужно пытаться найти не ошибки, а зоны удобного восприятия, к примеру, составив карту



Пятиракурсный монитор
Spatial view, 19"

Многоракурсные системы

Перекрестные помехи (2)

Алгоритм:

1. Запускаем тестовое изображение шахматной доски, в каждой клетке которой записан номер ракурса
2. Производим серию замеров (в каждой точке измерений записываем номера ракурсов, которые видны хотя бы в одной из клеток)
3. Интерполируем значения, полученные на прошлом шаге

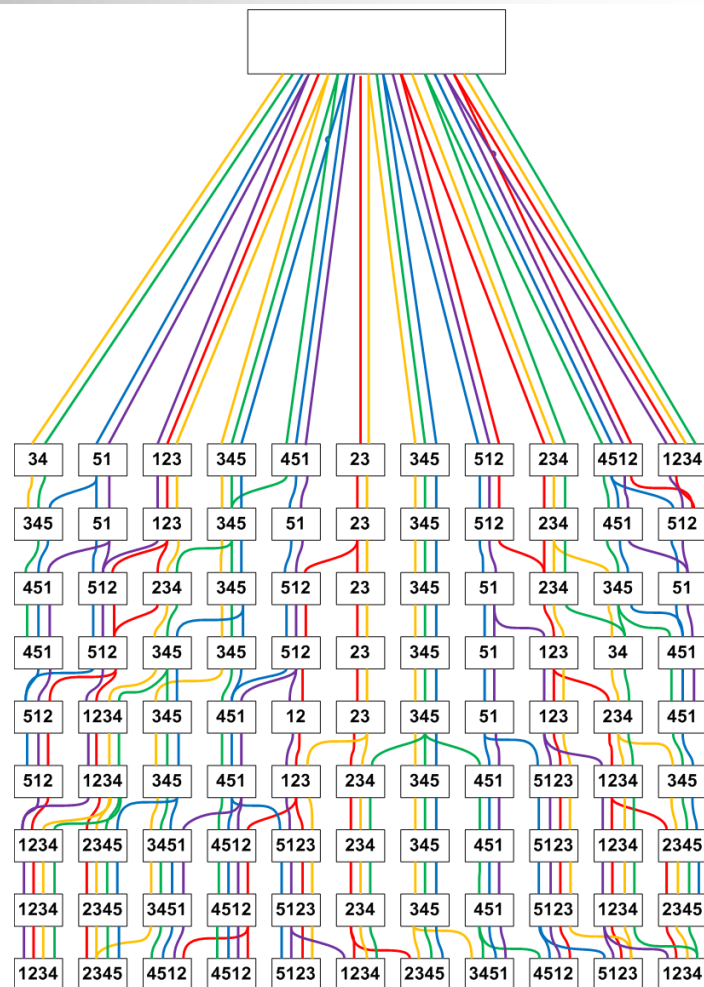
Многоракурсные системы

Перекрестные помехи (3)

Лучшее качество там,
где:

- нет смены view-zone
- видно наименьшее количество ракурсов

Схема видимых ракурсов
монитора Spatial view, 19"



Ширина view-zone

Тест

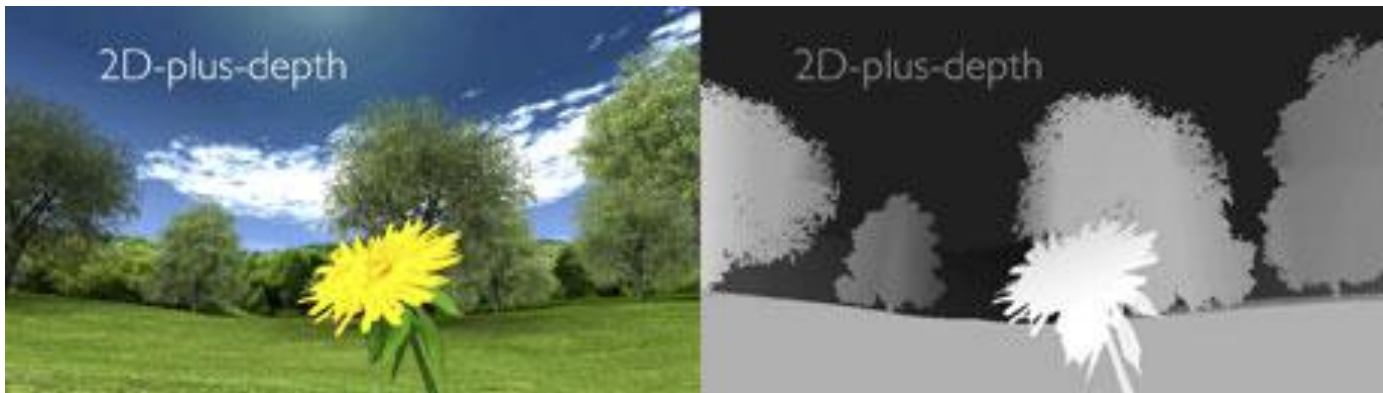
- Ширину view-zone можно определить, подав на один из ракурсов (к примеру, первый) одно изображение, а на остальные – другое



- Проходя слева направо (или наоборот) по круговой траектории на оптимальном расстоянии можно измерить ширину view-zone (в углах)

Реальное количество ракурсов (1)

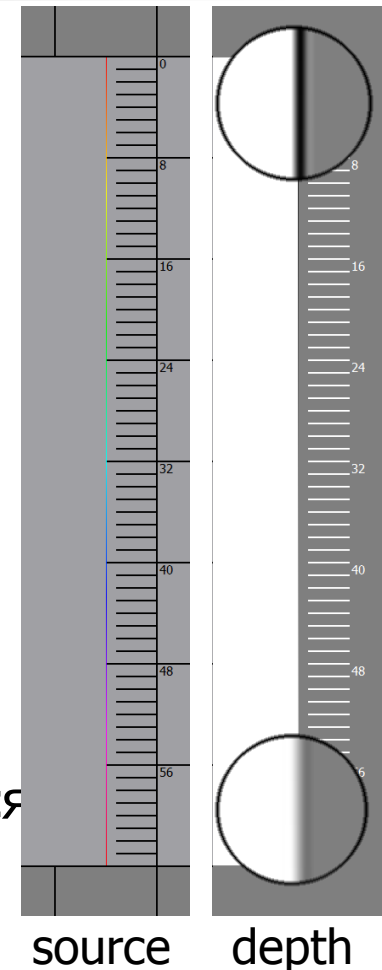
В основном подсчет количества ракурсов актуален для систем, у которых на входе 2D + depth



Реальное количество ракурсов (2)

Алгоритм:

- Подается изображение, на котором есть сильный выступ, а сразу за ним тонкая полоска пестрой линии, уходящая вдаль по глубине
- Количество ракурсов меньше градации глубин. Проходя слева направо от границы view-zone до середины можно видеть скачкообразное появление пестрой линии
- Количество скачков равно количеству ракурсов в половине view-zone
- В другой половине количество ракурсов считается с помощью симметричного изображения
- Получаем итоговый результат





Содержание

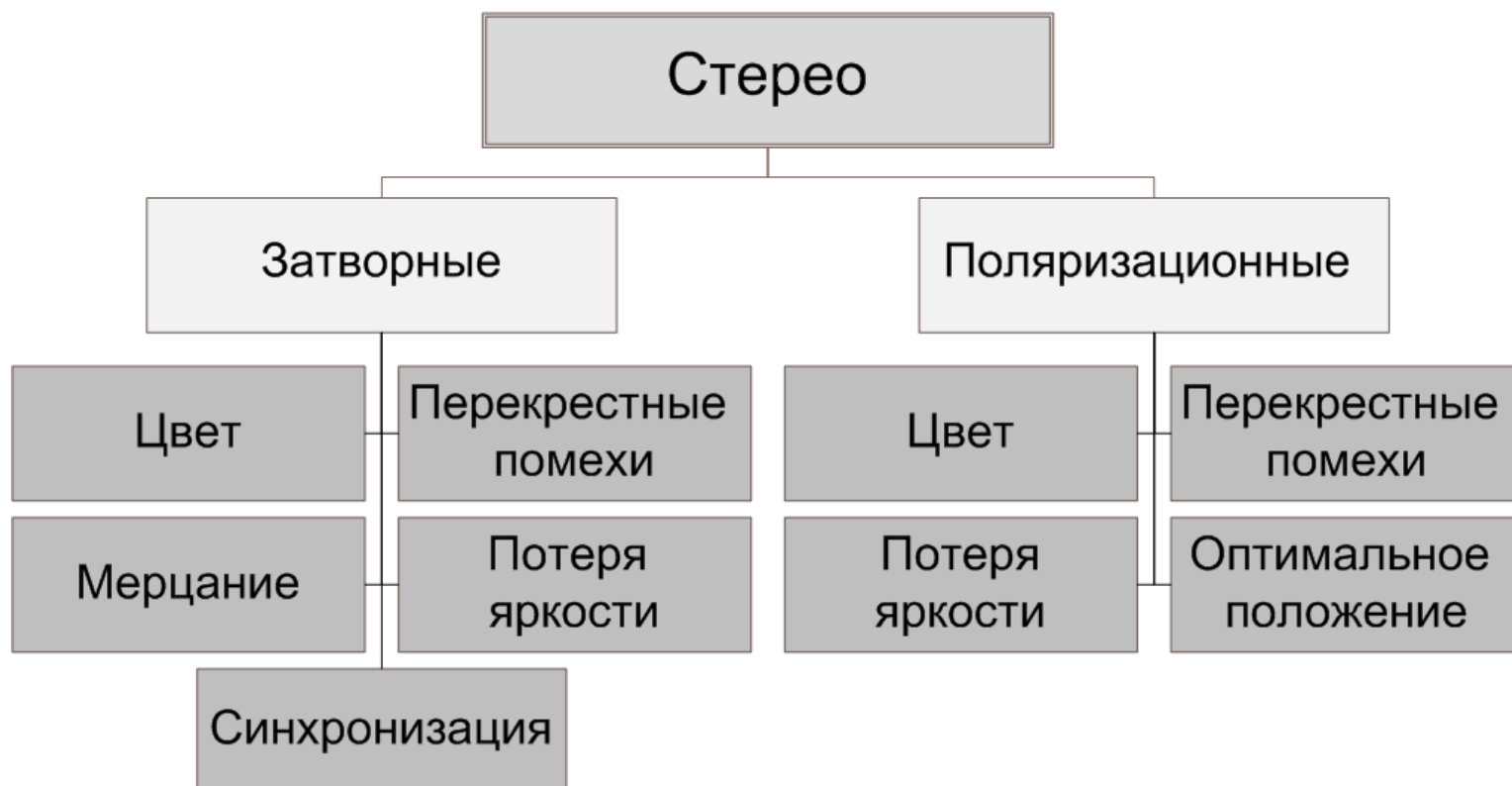
- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - **Телевизионные системы**
- Проведение измерений
- Заключение



Устройства

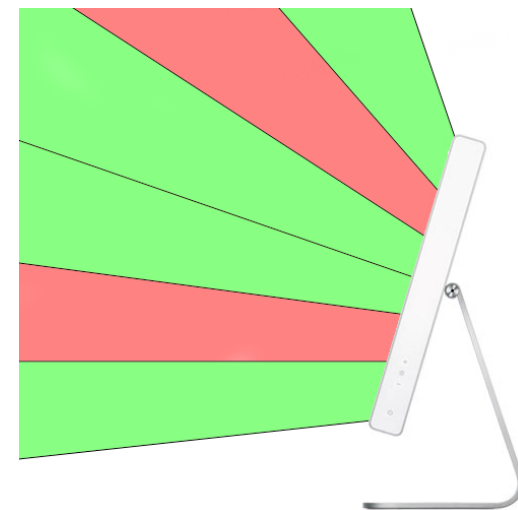


Телевизионные устройства



Оптимальное положение

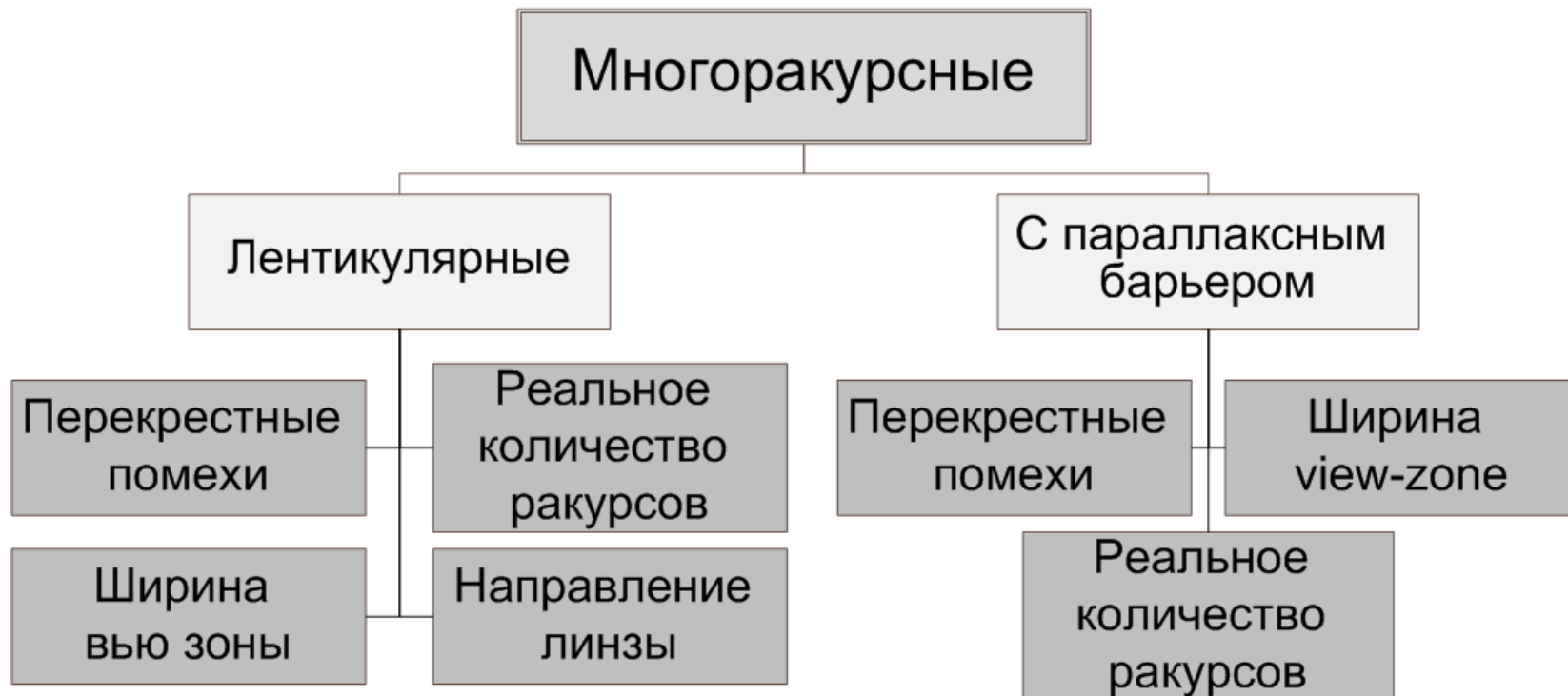
- Мы уже знаем, что существуют зоны комфортного восприятия и что для них можно сделать карты с выявлением зон комфортности
- У дисплеев могут отличаться зоны комфортности по высоте (углу обзора по вертикали)
- Таким образом можно построить многомерную карту комфортности



зеленым – зоны комфорта,
красным – дискомфорта

Телевизионные устройства

Многоракурсные



Направление линзы

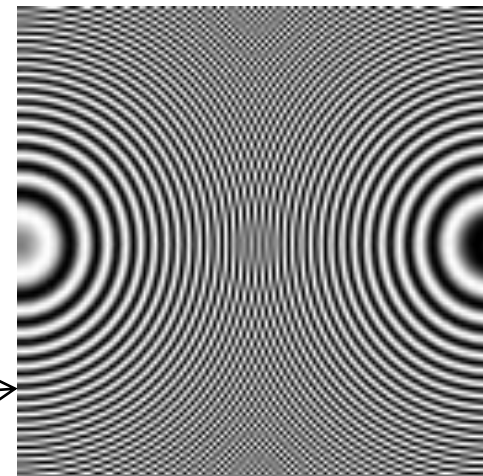
Тест

Алгоритм:

1. Запускаем тестовое изображение шахматной доски, в каждой темной клетке которой находится изображение

Такое изображение дает дополнительные круги из-за aliasing

2. Наблюдаем как минимум два круга
3. Соединив центры кругов, получим направление линзы





Содержание

- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- **Проведение измерений**
- Заключение



Проведение измерений (1)

Мы сделали тесты, отобразили их на дисплее, проекторе и т.п.

Что дальше? Как снимать измерения?

Проведение измерений (2)

Мы сделали тесты, отобразили их на дисплее, проекторе и т.п.

Что дальше? Как снимать измерения?

- С помощью субъективного мнения человека, проводящего замеры
- С помощью фото/видео аппаратуры
- С помощью специального оборудования

Советы по проведению замеров с помощью фотоаппаратуры

- Использовать штатив
- Выставлять выдержку, соответствующую смене 1 кадра дисплея
(*1/25, 1/60, 1/100, 1/120 и т.п.*)
- Не использовать вспышку и постараться избежать постороннего света



И ЭТО ВСЁ?

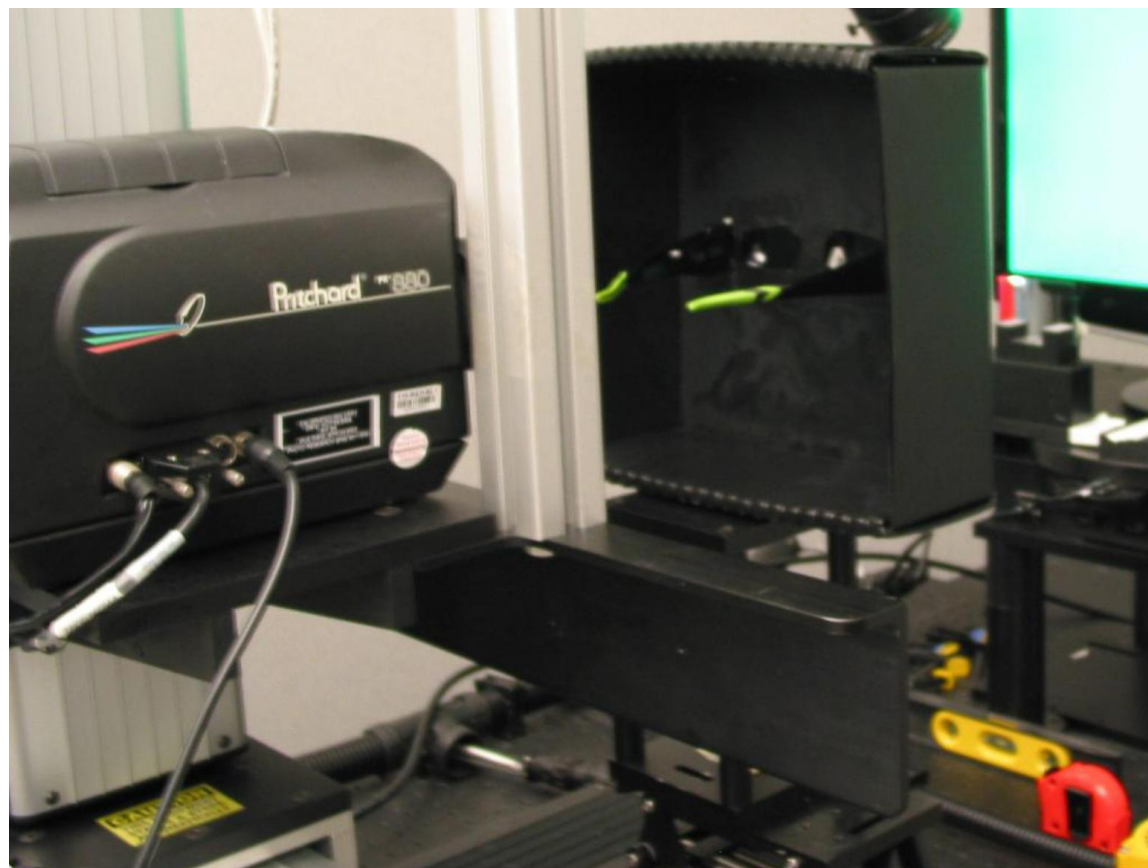


Содержание

- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- **Пример измерений**
- Заключение

Пример измерений

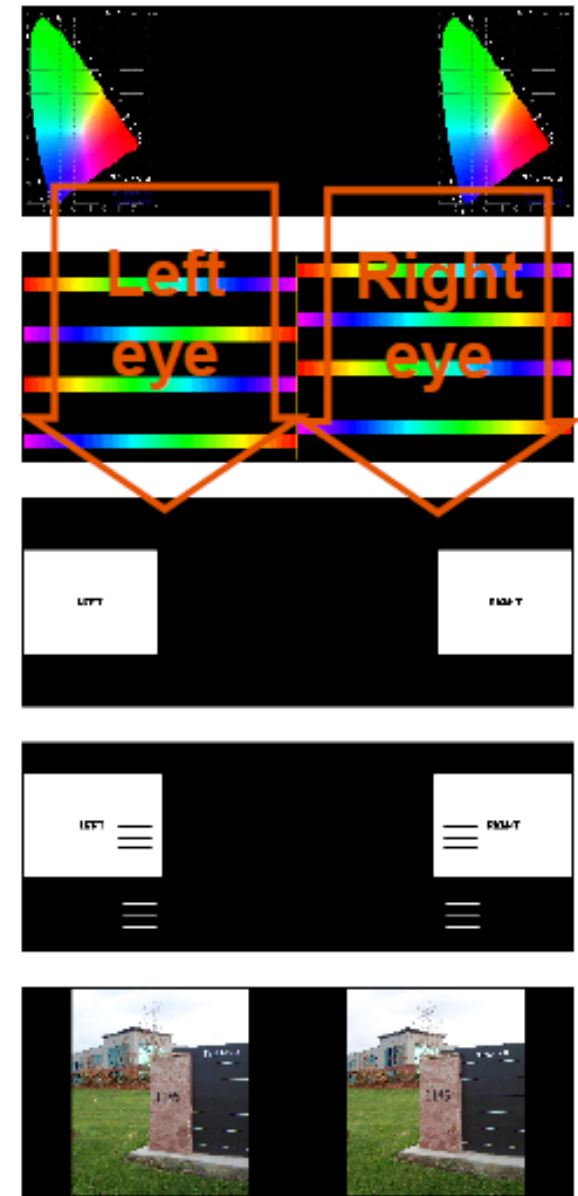
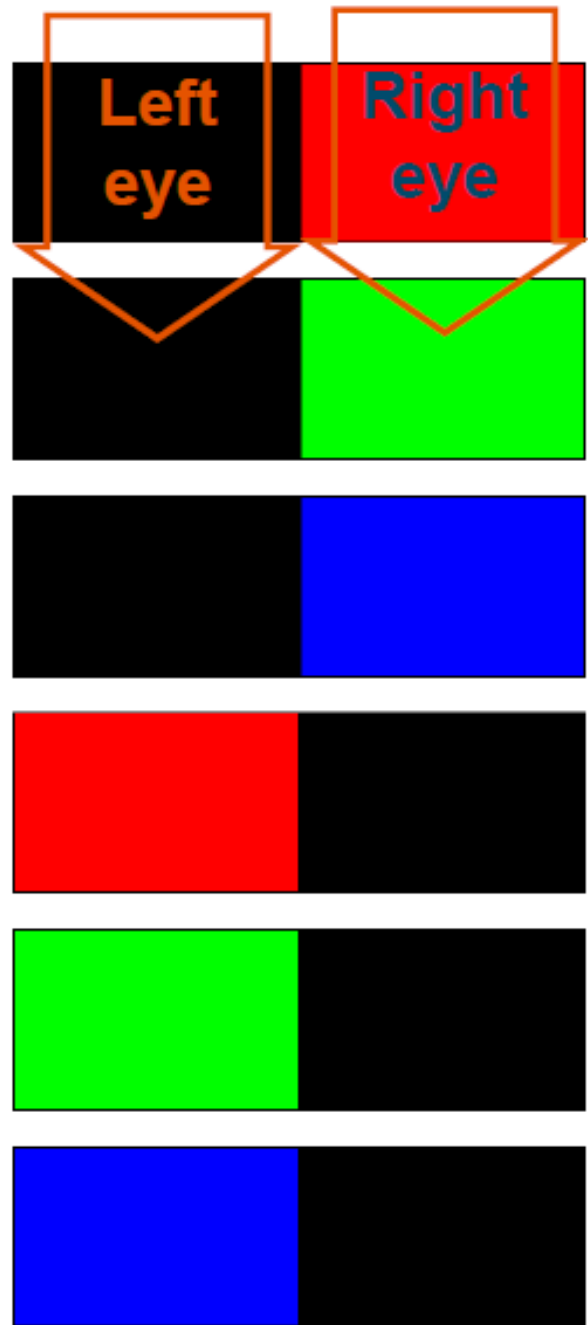
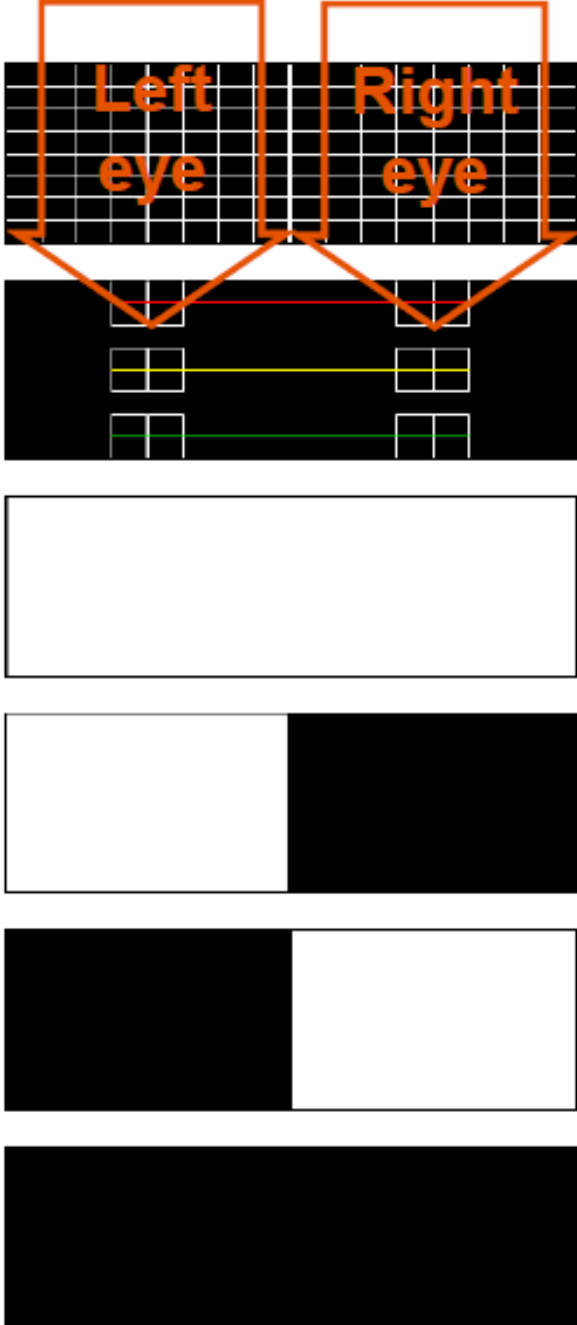
Система с затворными очками (1)



Пример измерений

Система с затворными очками (2)

- Модель дисплея: неизвестно/120 Hz, с активными затворными очками
- Дата: 8.12.2010
- Проводил измерения: Adi Abileah
- Фотометр: PR-880
- Расстояние до монитора во время измерений: 650 мм
- Позиция измерений: около центра



Пример измерений

Система с затворными очками (4)

Заполнение	Левый	Правый	Яркость левого ракурса (кд/м ²)	Яркость правого ракурса (кд/м ²)
Белый / Белый			22,2000	24,8000
Черный / Белый			0,0698	20,0000
Белый / Черный			18,2000	0,0959
Черный / Черный			0,0329	0,0278
Красный / Черный			3,2800	0,0394
Зеленый / Черный			13,4000	0,0773
Синий / Черный			1,6900	0,0350
Черный / Красный			0,0393	3,5000
Черный / Зеленый			0,0602	14,1000
Черный / Синий			0,0364	1,7000

	Обозначения	Левый глаз	Правый глаз
Cross Talk (%)	X_L, X_R	0,20	0,27
Контраст для одного глаза	C_L, C_R	674,77	892,09
Контраст стерео	C	783	
Яркость для одного глаза	L_L, L_R	22,2	24,8
Средняя яркость	L_{amean}	23,5	
	L_{gmean}	23,46	
Разница между яркостями	ΔL	11,7	



Содержание

- Введение
- Классификация 3D устройств
- Проблемы 3D устройств
 - Общие проблемы
 - Проекционные системы
 - Телевизионные системы
- Проведение измерений
- Пример измерений
- **Заключение**

Заключение

Дальнейшие планы

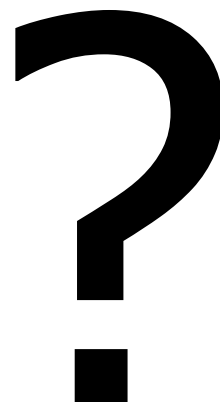
- Создание программы визард-мастера для автоматического анализа качества изображения на 3D-устройствах и последующее наращивание числа поддерживаемых устройств
- Составление базы 3D-устройств
- Создание новых методик оценки качества

Литература

1. N. Hurst, *"I Can See Clearly Now – in 3D"*, SMPTE Meeting Presentation, 2011
2. Adi Abileah, *"3D Displays –Technologies & Testing Methods"*, Planar Systems, 2011
3. R. Kaptein, A. Kuijsters, M. Lambooi, W. IJsselsteijn, I. Heynderickx, *"Performance evaluation of 3D-TV systems"*, SPIE, 2010
4. M. Lambooi, W. IJsselsteijn, D. Bouwhuis, I. Heynderickx , *"Evaluation of Stereoscopic Images: Beyond 2D Quality"*, 2011
5. A. Woods, *"Understanding Crosstalk in Stereoscopic Displays"*, 2010

Слайд

с большим знаком вопроса



Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа



Видеогруппа — это:

- Выпускники в аспирантурах Англии, Франции, Швейцарии (в России в МГУ и ИПМ им. Келдыша)
- Выпускниками защищено 5 диссертаций
- Наиболее популярные в мире сравнения видеокодеков
- Более 3 миллионов скачанных фильтров обработки видео