

Стандарт ISO 13406-2 для жидкокристаллических панелей

[LCD-мониторы - Стандарты LCD-дисплеев](#)

Большинство людей при покупке LCD-монитора задаются вопросом: «А какой же монитор и какую LCD-панель можно считать хорошими, и на что обратить внимание при выборе монитора?» На этот вопрос в различных источниках информации даются весьма разнообразные ответы и приводятся рекомендации для оптимального выбора монитора. При этом можно отметить, что далеко не все советы являются профессиональными и достаточно грамотными. Но, вообще-то, ответ на все эти непростые вопросы существует в виде мирового стандарта, описывающего все требования к изображению, создаваемому LCD-панелями. Таким стандартом является ISO 13406.

Стандарт **ISO 13406** определяет ряд эргономических требований к качеству изображения, получаемого с помощью LCD-монитора. Описание всех этих требований занимает порядка 150 страниц, причем на русском языке этот документ в полном объеме нигде не публиковался (чтобы с ним мог ознакомиться каждый потенциальный пользователь), а читать в англоязычном варианте этот весьма непростой документ под силу, пожалуй, только единицам.

ISO 13406 расширяет ранее разработанный стандарт **ISO 9241**. Основной причиной разработки **ISO 13406** являются значительные отличия в эргономике при использовании плоскопанельных дисплеев. Новый стандарт включает требования и рекомендации, характеризующие четкостью, удобством и приемлемостью изображения при использовании цветных дисплеев. **ISO 13406** основывается на эргономических исследованиях, описанных в **ISO 9241-8**, и дополняет их с учётом особенностей плоских панелей.

Стандарт ISO 13406:

- устанавливает эргономические требования качества изображения для разработки и оценки плоскопанельных дисплеев (FPD — Flat Panel Display),
- определяет термины, необходимые для описания качественных характеристик изображения,
- указывает методы определения качества изображения на FPD,
- устанавливает эргономические принципы для дальнейшего развития этих требований.

В рассматриваемом стандарте описываются условия работы и характеристики изображения, непосредственно не связанные с технологией производства дисплеев, а именно:

- размер и пропорции символов и объектов на экране;
- количество одновременно отображаемых цветов (в плане необходимости пользователя запоминать особое значение каждого цвета);
- условия освещенности рабочего места;
- рекомендуемые цветовые сочетания на экране и т.д.

При описании требований стандарта к плоскопанельным дисплеям – FPD (Flat Panel Display) учитываются конкретные факторы и условия их эксплуатации. Таким образом, требования, которым должен удовлетворять FPD, зависят от области применения дисплея. Т.е. если монитор предназначен для вывода текстовой информации, то наиболее жесткими требованиями являются требования к разборчивости и четкости текста, пропорциям символов, межстрочному и межсимвольному пространству и т.д. Если же монитор предназначен, в первую очередь, для вывода графической информации, то требования к разборчивости текста быть несколько мягче.

Стандарт **ISO 13406-2** предназначен для описания:

- плоскопанельных дисплеев FPD, используемых для офисных задач;
- плоскопанельных дисплеев FPD, состоящих из равномерного многорядного массива пикселей;
- мини-FPD, способных отобразить одновременно хотя бы 40 латинских символов;
- представления шрифтов, основанных на символах латинского, кириллического и греческого алфавита, а также основанных на арабских цифрах;
- представления азиатских символов.

Данный стандарт ISO не относится к проекторам, дисплеям с фиксированным набором сообщений и к сегментным символьным дисплеям. Кроме того, некоторые методы измерения характеристик изображения, описываемые в данном стандарте неприменимы к панелям с пассивной адресацией точек.

Для того чтобы LCD-монитор или LCD-панель соответствовали стандарту **ISO 13406-2**, производитель должен провести измерение соответствующих параметров изображения и характеристик панели и добиться, чтобы полученные результаты соответствовали заданным значениям. Характеристики, которые декларируются при получении соответствия стандарту, перечислены ниже:

1. Рабочее расстояние до экрана.
2. Рабочий угол обзора.
3. Диапазон углов обзора, соответствующий требованиям равномерного цветовоспроизведения, яркости дисплея, контрастности, равномерности яркости, уровню отражений, абсолютному кодированию яркости.
4. Класс дисплея по диапазону углов обзора (I – IV).
5. Рабочий азимут обзора (90° или 270°).
6. Угол наклона экрана.
7. Рабочая освещенность экрана.
8. Цветовые координаты (или распределение излучения источника внешнего освещения по диапазону длин волн).
9. Цветовые координаты точки белого.
10. Класс отражательной способности (I – III).
11. Полярность изображения (позитивная или негативная).
12. Класс дефектности пикселей (II – IV).
13. Время формирования изображения (если превышает 55 мс).

Для панелей с пассивной матрицей вводится еще такая характеристика, как угол между дисплеем и источником рассеянного освещения.

LCD-монитор или панель можно считать соответствующими стандарту **ISO 13406-2** лишь в двух случаях:

1. При соблюдении всех перечисленных выше требований и рекомендаций. В этом случае производителем осуществляется измерение всех этих параметров и контролируется их соответствие необходимым значениям.
2. Если к дисплею нельзя в полной мере применить все указанные требования и рекомендации, то LCD-монитор (или панель) тестируется на соответствие стандарту **ISO 9241-3**.

После проведения все измерений производителем составляется отчет о соответствии изделия стандарту. Этот отчет должен включать в себя следующие пункты:

- наименование производителя и его адрес;
- особенности оборудования, непосредственно связанные с тестированием, параметры и настройки, фиксированные и программно изменяемые установки, условия и результаты тестирования;
- условия эксплуатации;
- особые требования;

- в случае соответствия по ISO 9241-3 подробное описание выбора критериев и тестируемых объектов.

Получив представление об основах стандарта, переходим к непосредственному описанию требований и рекомендаций, предъявляемых к LCD-панелям, а соответственно и к мониторам на их основе.

Рабочее расстояние и высота символов

Расстояние от глаз пользователя до экрана должно быть не менее 40 см, однако для отдельных применений, например, для сенсорных экранов, оно может сокращаться до 30 см.

Когда предполагается много читать с экрана, необходимо согласовывать рабочее расстояние и высоту символа в пределах 20' - 22' (для азиатских символов: 30' - 35'). Если эти параметры указать в миллиметрах, то наиболее оптимальным соотношением расстояния до экрана и размера символа будет следующим:

- для расстояния 40 см высота символа должна быть около 2,5 мм;

- для 60 см около 3,5 мм;

- для 80 см около 5 мм.

Рабочий угол (направление) обзора

Дисплей должен сохранять заявленные производителем оптические характеристики в некотором диапазоне углов обзора. Производитель должен указывать рабочий угол обзора (азимут и угол места) и диапазон углов. Этот диапазон углов обзора должен превосходить значение, соответствующее высоте символа 22' на рабочем расстоянии. Рабочий угол обзора должен быть положительным и не превосходить значение от 40° до $(\theta/2)$, где θ — заявленный диапазон углов обзора (который может быть в пределах от 0° до 180°).

Значение 40° выбрано потому, что в случае однопользовательского применения диапазон углов обзора, больший, чем 80°, не целесообразен. Дело ещё в том, что и для дисплеев, и для печатных материалов наблюдается эффект сокращения видимого размера символов с ростом угла обзора, так, например, при чтении под углом 40° символ кажется меньше примерно на четверть.

Рабочий азимут обзора - это предполагаемое расположение экрана по отношению к глазам пользователя. Азимут равен 90°, если ближе к глазам должна быть верхняя часть экрана, и равен 270°, если нижняя. Основные факторы, влияющие на выбор этого угла — блики, яркость и контраст. Для изотропных активных матриц обычно используется значение азимута 270°, так как это позволяет избежать образования бликов. Для изотропных пассивных матриц это значение стремится к 90°, так как это позволяет увеличивать яркость изображения. Для анизотропных матриц подбирается компромиссное значение угла, при котором яркость и контраст достаточно высоки, а эффект бликов снижается.

При измерениях этого параметра используют шесть и более направлений обзора. Для дисплеев с ландшафтной ориентацией эти направления проходят через вершины почти правильного шестиугольника. Для дисплеев с портретной ориентацией используется очень сложная фигура.

Можно выделить четыре класса дисплеев в зависимости от диапазона возможных углов обзора:

1. **Класс I** — позволяет просматривать изображение на экране целиком сразу нескольким пользователям одновременно. В этом случае пользователи должны находиться на рабочем расстоянии от экрана и в пределах 80°-конуса. Класс I обеспечивает равномерность изображения по всему экрану и возможность движения головы для просмотра информации. Мониторы этого класса не подходит для задач, где требуется узкий конус обзора.

2. **Класс II** — позволяет просматривать изображение на экране целиком одному пользователю с рабочего расстояния и с любой позиции. Данным классом обеспечивается равномерность изображения и возможность движения головы для просмотра информации. Дисплеи данного класса плохо подходят для задач с узким конусом обзора.

3. **Класс III** — позволяет видеть изображение целиком, но только одному пользователю и с фиксированной позиции. Дисплеи этого класса обеспечивают равномерное изображение, но не дают возможность движения головы и подходят для задач с узким конусом обзора.

4. **Класс IV** — позволяет одному пользователю видеть изображение в центре экрана с фиксированной позиции. Для получения равномерного изображения требуется наклон и вращение дисплея. Данный класс исключает возможность движения головы и хорошо подходит для задач с узким конусом обзора.

В зависимости от класса, к которому производитель относит тестируемый дисплей, требуется разное количество измерений. Для дисплеев, позиционируемых по Классу I, может потребоваться более 20 измерений, чтобы убедиться в принадлежности к выбранному классу. И, наоборот, для дисплеев Классу IV практически не требуется измерений для того, чтобы убедиться в соответствии данному классу.

Рабочая освещённость экрана

Производитель дисплеев должен указывать рабочую освещённость поверхности экрана. Для активных матриц она должна находиться в диапазоне 250–750 лк. Для пассивных матриц и трансфлективных обязательно указывается минимальная освещённость, при которой выполняются требования к яркости. Если для пассивного или трансфлективного дисплея требуется освещённость более 750 лк, то на рабочем месте необходимо организовать дополнительное (локальное) освещение.

Если дисплей предназначен для использования в стоячем положении сидящим пользователем, ориентировочное значение яркости может быть рассчитано по формуле: $250(1 + \cos \alpha)$ [лк], где α — предполагаемый угол наклона экрана.

В случае применения дисплея с фиксированными координатами белой точки для работ, связанных с обработкой цвета, производитель должен указывать цветностные координаты u' и v' рабочего источника освещения.

Угол визирования и угол наклона головы

Желательно, чтобы рабочее место и дизайн плоскпанельного дисплея позволяли пользователю смотреть на экран под углом 0°–45°, а при наклоне головы — под углом 0°–20°.

Равномерность цветовоспроизведения

Данное требование применяется только к цветным дисплеям, и не применяется к монохромным.

Неравномерность отображения цветов не должна создавать противоречивых представлений о цвете при обзоре с трёх направлений даже для дисплеев, по углу обзора относящихся к Классу IV.

Максимальное допустимое отклонение цвета ($\Delta u'v' = 0,02$) определяется из соотношения диагонали активной области и рабочего расстояния: при соотношении большем 0,75 допуск увеличивается в полтора раза.

Высота символов

FPD должны быть способны отображать символы высотой 20'–22' (минимум 16') для латиницы и 30'–35' (минимум 25') для азиатских алфавитов. В случае эпизодической необходимости разборчивого текста (в сносках, верхних и нижних индексах) допустимо использование мелких размеров, вплоть до 10', кроме моментов, когда приемлемо ещё большее снижение разборчивости (например, в элементах разметки страницы).

Ширина штрихов

Символы латинских алфавитов должны отображаться штрихами толщиной от 8% до 20% числа высоты символа. Например, для символа размером 7 x 9 пикселей ширина штриха в 1 пиксель будет корректной, так как составляет 11% от числа 9.

Пропорции символов

Пропорции латинских символов оцениваются по неподчёркнутой заглавной букве **N**. Рекомендуемые и требуемые в стандарте пропорции символов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Пропорции символов на экране монитора в соответствии с требованиями ISO13406-2

Шрифты	Требование	Рекомендация
Латинские	0,5:1 – 1:1	0,6:1 – 0,9:1
Азиатские	0,8:1 – 1,2:1	-

Формат символов

Для латинских, кириллических и греческих символов минимальным форматом считается **5x7 пикселей** (5 – ширина и 7 – высота). Такой формат пригоден для отображения только чисел и прописных букв. Приемлемая функциональность символов достигается при размере **7x9 точек**.

Если используются диакритические знаки (надстрочные, подстрочные и т.п.), матрица символа подлежит расширению вверх минимум на **2 пикселя**. В случае применения строчных символов необходимо расширение матрицы вниз на **2 пикселя** (для подстрочных элементов). Также следует помнить, что наиболее лёгкий для восприятия образ создаётся при совмещении прописных и строчных символов.

Для надстрочных и подстрочных индексов минимальным форматом должна быть матрица **4x5 пикселей**. Этот формат также используется для числителей и знаменателей дробей, отображаемых в одной символьной позиции, и для вывода различных знаков (торговой марки, авторского права и т.п.).

Размер базовой матрицы оценивается по неподчёркнутой заглавной букве **N**. Такие буквы, как **W** и **M** могут быть шире, чем **N**, а **I, j, l** – наоборот, уже.

Межсимвольные, межсловные и межстрочные расстояния

Для рублёных шрифтов (без засечек) межсимвольное расстояние должно быть не менее ширины штриха или одного пикселя. Для шрифтов с засечками минимальное расстояние между засечками смежных символов должно соответствовать одному пикселю.

Минимальное межсловное расстояние должно равняться ширине неподчёркнутой заглавной буквы **N**. При использовании пропорциональных промежутков, рекомендуемым значением является ширина буквы **N**.

Между строками текста должен быть промежуток минимум в **1 пиксель**. Эта область не предназначена для диакритических знаков, но может содержать подчёркивание.

Коэффициент заполнения

Коэффициентом заполнения (**fill factor**) называется доля общей площади, отведённой для пикселя, которая изменяет свое состояние для отображения информации. LCD-панели должны иметь коэффициент заполнения более **0,3**. Если плоскопанельный дисплей применяется в крайне неблагоприятных условиях работы (при сильных бликах и потере контраста) значение коэффициента заполнения должно быть больше **0,3** и иметь значения вплоть до **0,5**.

Измерение коэффициента заполнения различается для каждого типа микроструктур субпикселей, поэтому стандартом ISO 13406-2 предусматриваются различные методики измерения этого параметра.

Яркость дисплея

Яркость объектов на экране, причем как основных, так и фоновых, во всём диапазоне углов обзора должна удовлетворять неравенству:

$L_{max} + L_{расc} \geq 20 \text{ [кд/м}^2\text{]}$, где L_{max} – излучаемая яркость при максимальном сигнале, а $L_{расc}$ – яркость отражённого рассеянного освещения. Однако для соблюдения требований к контрастности может понадобиться более высокое значение яркости – **35 кд/м²**. Наиболее предпочтительными являются значения яркости дисплея **100 кд/м²** и более.

Контрастность

Контрастом называют соотношение яркости двух участков экрана (темного и светлого). Для количественного выражения разницы этих двух участков применяется коэффициент яркостной модуляции, который равен разности самого яркого (L_{max}) и самого тёмного (L_{min}) объекта из некоторого множества измерений, отнесённой к сумме этих яркостей: $(L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$. Коэффициент яркостной модуляции должен быть не менее $1 - 1 / (1 + 5 L^{-0,55})$, где L — яркость в состоянии минимального сигнала при рабочей освещённости. Представление о том, какие значения должен принимать коэффициент яркостной модуляции даёт табл.2 (минимальные значения коэффициента для различных значений L).

Таблица 2. Минимальные значения коэффициента яркостной модуляции

Тип панели	Яркость L , [кд/м ²]			
	4	10	20	30
Коэффициент яркостной модуляции для FPD типа А	0.75	0.65	0.57	0.54
Коэффициент яркостной модуляции для всех FPD	0.65	0.54	0.45	0.40

Кроме того, контрастность может характеризоваться коэффициентом контрастности, который равен отношению самого яркого (L_{max}) и самого тёмного (L_{min}) объектов на экране. Коэффициент контрастности должен быть не менее $1 + 10 L$.

Баланс яркости

Балансом яркости называется светимость части поверхности экрана диаметром не менее **10 пикселей**, при условии, что состояние любого из пикселей имеет влияние не более **2 %**. Яркость участков, наиболее часто просматриваемых в ходе выполнения предполагаемых задач, должна быть в пределах от **0,1 L** до **10 L** (где L — яркость участка с максимальным сигналом при рабочем угле обзора).

Отражения

При наличии отражений яркость экрана L будет складываться из трёх компонент:

- яркости излучения монитора;
- яркости отражённого рассеянного освещения;
- яркости зеркального отражения.

По отражательной способности дисплеи разбиты на три класса (табл.3).

Таблица 3. Классы отражательной способности дисплеев

Класс	Яркость источника зеркального отражения, [кд/м ²]	Обстановка
-------	---	------------

	протяженный источник	и/или	небольшой источник	
I	200	и	2000	Типичный офис
II	200	или	2000	Большая часть офисов, но не все
III	125	или	200	Особо-контролируемое освещение

Коэффициент контрастности самих отражений относительно изображения на экране нормируется в зависимости от полярности изображения. Для позитивной полярности он устанавливается равным **1,25**, то есть не зависит от контраста полезной информации. Для негативной полярности формула более сложная: помимо **1,25** добавляется дробь, зависящая от яркости рассеянного освещения и максимальной и минимальной яркостей излучения дисплея.

Полярность изображения

При рассмотрении полярности изображения опираются на принятый стереотип, что изображение печатается черной краской на белом фоне, поэтому позитивной полярностью считается белый фон и темные символы, а негативной полярностью – темный фон и светлые символы. Каждый тип полярности имеет как преимущества, так и недостатки.

Особенности позитивной полярности: белый фон делает менее заметными зеркальные отражения, темные символы лучше читаются (их края выглядят резче), а баланс яркости легче поддерживать; этот тип полярности лучше всего подходит для традиционных офисных задач.

Особенности негативной полярности: темный фон делает менее заметным мерцание экрана (что особенно важно для ЭЛТ-дисплеев), пользователи с пониженной остротой зрения лучше различают символы, а сами символы иногда кажутся крупнее, чем они есть. Стандартом ISO допустима любая полярность, главное, чтобы для неё соблюдались все требования этого стандарта. Если предусматривается работа дисплея с обоими режимами, то и соответствие стандарту должно проверяться в обоих режимах.

Равномерность яркости

В зависимости от положения объекта на экране допускается различная неравномерность яркости. При этом положение объекта выражается углом между ним и центром экрана (при наблюдении с рабочего расстояния), а неравномерность яркости — соотношением яркости объекта на его позиции и номинальной яркости (то есть яркости такого же объекта, помещенного в центре экрана).

Таблица 4. Зависимость неравномерности яркости от угла объекта

Угол между объектом и центром экрана	Максимальное значение неравномерности
от 1,1° до 2°	1,3
от 2° до 4°	1,4
от 4° до 5°	1,5
от 5° до 7°	1,6
более 7°	1,7

Дисплей не должен самопроизвольно изменять яркость в зависимости от изображаемого объекта. В идеале, яркость участка в центре большого белого квадрата, окруженного черным полем, должна быть такой же, как яркость в центре большого белого квадрата. Равно как любой участок без изображения (участок черного цвета) должен излучать только фоновую яркость и ни коим образом не зависеть от соседства со светлыми объектами.

Дефекты пикселей

Существует четыре типа дефектов пикселей экрана LCD-панели.

Тип 1 – постоянно светящиеся пиксели (застрявшие во включенном состоянии). В этом случае яркость пикселя превышает значение $(0,75 L_{max} + 0,25 L_{min})$ при выключенном состоянии.

Тип 2 – постоянно выключенные пиксели (застрявшие в выключенном состоянии). В этом случае яркость пикселя меньше значения $(0,75 L_{min} + 0,25 L_{max})$ во включенном состоянии.

Тип 3 – пиксели с другими дефектами, включая дефекты субпикселей и ячеек RGB, составляющих пиксель. Это означает постоянно горящие красные, зеленые или синие пиксели. Это наиболее распространенный дефект.

Тип 4 – группа (кластер) дефектных пикселей – скопление двух и более дефектных пикселей в квадрате 5×5 точек.

По количеству и составу возможных дефектов на экране, LCD-панели делятся на четыре класса (табл.5). К тому или иному классу дисплей относят, подсчитывая количество дефектов, приходящихся на миллион пикселей экрана.

Таблица 5. Классификация дефектов LCD-панелей

Класс	Максимальное допустимое количество дефектов на миллион пикселей				
	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Количество кластеров дефектных пикселей Типа 1 или Типа 2	Количество кластеров дефектных пикселей Типа 3
I	0	0	0	0	0
II	2	2	5	0	2
III	5	15	50	0	5
IV	50	150	500	5	50

Хорошей считается панель, вообще не содержащая дефектов, т.е. панель класса I.. Если же панель относится к любому другому классу, то это обязательно должно указываться производителем в спецификации на изделие.

Время формирования изображения

Время формирования изображения или время отклика (image formation time) – это время, необходимое для изменения относительной яркости объекта от значения 0,1 до значения 0,9 и обратно. Относительная яркость при этом определяется как разность мгновенной и минимальной яркости, отнесенная к разности максимальной и минимальной яркости. В идеальном случае минимальная яркость равна нулю, и при этом относительная яркость становится просто отношением текущего и максимального значений. Измерение значения времени отклика проводится в диапазоне 500–1000 Гц – это обусловлено свойствами зрительной системы человека, а также позволяет сгладить изменение величины во времени. Для панелей с очень быстрыми электрооптическими элементами временем формирования изображения является период кадровой развертки.

1. Если время формирования изображения менее 10 мс, то никаких заметных глазу артефактов при движении объектов не наблюдается.

2. Если время формирования изображения менее 55 мс, то изображение характеризуется стабильной контрастностью для большей части приложений, однако при достаточно быстром движении объектов могут наблюдаться артефакты.

3. Если время формирования изображения менее 200 мс, то такой дисплей можно использовать практически только для отображения статической информации. Прокручивание экрана, анимация и поиск указателя мыши затруднены, хотя мигание курсора все еще возможно.

4. Если время формирования составляет более 200 мс, то такой дисплей используется исключительно для статического изображения, т.к. на экране заметно теряется контрастность даже при вводе с клавиатуры. Кроме того, затруднено быстрое перемещение указателя мыши и мерцание курсора.

Чтобы избежать потери контрастности при быстром изменении изображения, LCD-панель должна обладать временем отклика не более 55 мс. В противном случае производитель должен указывать значение этого параметра в паспортных данных дисплея.

Некоторые дисплеи имеют очень большое время отклика. Несмотря на то, что период электрического обновления составляет 16 мс (60 Гц), действительно полное изменение состояния может занимать до 200 мс.

Мерцание курсора

В традиционных применениях, когда мерцание курсора служит исключительно для привлечения внимания, рекомендуется использовать одну частоту мерцания в пределах от 1 до 5 Гц со скважностью 2 (т.е. половину периода курсор виден, половину – не виден).

Если необходимо также обеспечивать читаемость одновременно с мерцанием, лучше всего использовать частоту от 1/3 до 1 Гц и отображать курсор в течение 70 % периода.

Мерцание курсора — одна из причин необходимости достаточно малого времени отклика.

Временная нестабильность (дрожание)

Дрожание не должно быть заметно как минимум 90 процентам населения.

В приложении к стандарту описывается особая процедура проверки факта дрожания, основанная на математических рядах и преобразованиях Фурье и учитывающая самые разнообразные факторы, влияющие на заметность дрожания.

Настройки цвета по умолчанию

Если предполагаемая работа требует различения или распознавания цветов, должен иметься базовый набор цветов, применение которого будет удовлетворять всем требованиям данного стандарта. Если допускается изменение цветов пользователем, должна быть предусмотрена возможность восстановления исходного набора цветов.

Размер цветного объекта

Размеры символов и других мелких объектов определяются отдельно (это описывалось в разделах высота символа, пропорции символов и формат символов).

Отдельные графические объекты, требующие точного распознавания цветов, должны соответствовать угловому размеру не менее 30', а наиболее оптимальным для восприятия является размер 45'.

Использование насыщенного (экстремального) синего цвета нежелательно при угловых размерах менее 2'.

Использование экстремальных цветов

Экстремальные цвета – это цвета, длины волн которых находятся ближе всего к границам видимого диапазона – т.е. синий и красный. На диаграмме цветового охвата пространства CIE (цветовой locus) этим цветам соответствуют нижний и правый углы «треугольника».

В таблице 6 приведены рекомендации по использованию экстремальных цветов.

Таблица 6. Рекомендации по использованию экстремальных цветов

Фоновое изображение		Рекомендация	Причина
Позитивное (светлое)	Ахроматическое (белое)	Наилучший вариант для большинства задач	
	Хроматическое (цветное)	Следует избегать синего на красном	Недостаточная глубина резкости глаза
		Следует использовать чёрный (тёмный) цвет символов	Распознавание цветов
Негативное (тёмное)	Ахроматическое	Следует избегать синего	Недостаточная чёткость, сложность соблюдения контрастности
		Следует избегать синего	Около 8 % пользователей не различают красный и зелёный
	Хроматическое	Следует избегать красного на синем	Недостаточная глубина резкости глаза
		Следует избегать комбинации синего и красного	Искажение, обман зрения

Количество цветов

Количество одновременно отображаемых цветов должно соотноситься исключительно с предполагаемым применением дисплея. При использовании анизотропных дисплеев рекомендуется сокращённое количество цветов. Общий размер цветовой палитры желательнее ограничить одиннадцатью цветами.

Если распознавание цветов может понадобиться при беглом поиске, то нежелательно использовать более шести цветов (в случае анизотропных дисплеев – еще меньше).

То, что рассмотрели мы в настоящей статье, далеко не весь стандарт ISO, описание которого в полном варианте занимает более 160 страниц. Однако надеемся, что вы получили представление о критериях, по которым, оцениваются мониторы и изображение, выводимое с помощью них. Как оказалось, разрешающая способность, количество поддерживаемых цветов, время реакции и количество «битых» пикселей – это далеко не полный перечень характеристик и параметров дисплея, которыми руководствуются при его выборе и при его классификации. Как, оказывается, оценивать жидкокристаллическую панель исключительно по этим параметрам, является показателем не очень профессионального подхода.