РАЗДЕЛ XVI. ЭРГОНОМИКА

Горячкин Б.С., Макрушина В.А.

Выбор матрицы ЖК мониторов для различных типов операторской деятельности*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2021-65

idsp: ljjournal-03-2021-65

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию матриц жидкокристаллических мониторов и их основных характеристик. Рассмотрены основные виды матриц и проведен их системный анализ. В материале рассмотрены различные виды деятельности человека-оператора и выделены три основные группы пользователей, для которых выделены критические характеристики мониторов. По каждому из представленных параметров было проведено исследование, которое помогло определить предельно допустимые и рекомендуемые значения этих характеристик. По итогам проведенных исследований и анализа сформулированы рекомендации по выбору типа матрицы ЖК-монитора для различных групп операторов.

Ключевые слова: Жидко-кристаллический монитор, матрица монитора, яркость, время отклика, частота обновления, глубина цвета, цветовой охват, контрастность.

Abstract

This article is devoted to the study of liquid crystal monitor matrices and their main characteristics. The main types of matrices are considered and their system analysis is carried out. The article considers various types of human operator activities and identifies three main groups of users, for which the critical characteristics of monitors are highlighted. For each of the presented parameters, a study was conducted, which helped to determine the maximum permissible and recommended values of these characteristics. Based on the results of the conducted research and analysis, recommendations are formulated for choosing the type of LCD monitor matrix for different groups of operators.

Key words. Liquid crystal monitor, monitor matrix, brightness, response time, refresh rate, color depth, color gamut, contrast.

Введение

Внедрение компьютеров привело к кардинальным изменениям в практике работы многих людей. Сегодня такие виды деятельности, как чтение, письмо и изменение текста, можно выполнять, не отходя от компьютера. Это изменение в практике работы сопровождалось ростом жалоб на ряд проблем со здоровьем, связанных с работой на видео дисплеях. Результаты различных исследований свидетельствуют о том, что при работе за монитором повышается риск развития глазных заболеваний, болей в опорно-двигательном аппарате и умственной нагрузки. По мере того, как рабочая сила становится все более зависимой от компьютеров, все более критичной становится необходимость правильного и эффективного проектирования рабочих станций.

Эргономика или наука об эффективности рабочего места призвана не только сделать рабочее место более комфортным, но также повысить безопасность оператора и увеличить его продуктивность. Поскольку большинство офисных работников проводят восемь и более часов в день перед компьютером, отсутствие эргономичного монитора

может привести к мышечной усталости, боли в шее или спине, напряжению глаз и снижению эффективности.

Что касается визуальной эргономики, то основным устройством рабочей станции является монитор, так как он представляет собой примитивный объект зрения. Задачей монитора является воспроизведение информации, качество воспроизводимой информации иногда может иметь решающее значение для правильного выполнения рабочих задач, особенно если рассматривать рабочие места с особыми параметрами, например, использование компьютера в местах требующих быстрого реагирования (т.е. диспетчерские в аэропортах, полицейских участках, подразделениях гражданской обороны).

В качестве визуального объекта монитор во многом отличается от листа бумаги. При работе с экраном компьютера нагрузка на зрительный аппарат проявляется в гораздо большей мере, чем при работе с бумажными носителями. В отличие от бумаги, подсветка монитора, которая обновляется с определенной скоростью влияет на зрительную усталость.

Мониторы претерпели стремительное технологическое развитие и за последние 20-30 лет мы перешли от ЭЛТ-монохромных люминесцентных дисплеев к цветным ЭЛТ-дисплеям, а затем к текущим ЖК-дисплеям и плазменным дисплеям. Эта эволюция привела к увеличению разрешения и, следовательно, улучшению визуальных характеристик и визуального комфорта.

Системный анализ ЖК мониторов

Развитие технологий в современном мире несомненно стремится вверх, с каждым годом в мире появляются все более новые и современные технологии. Это стремительное развитие не обошло стороной и экраны мониторов персональных компьютеров.

На сегодняшний день существует достаточно широкий выбор видов мониторов. Наиболее распространенными являются жидкокристаллические мониторы, которые отличаются одним очень важным параметром – тип матрицы. На данный момент основными считаются три типа матриц:

❖ TN (Twisted Nematic) – это один из самых старых типов матриц, однако он все еще востребован на рынке. Сейчас в основном используется улучшенная версия TN + Film. Актуальность этой модели можно описать одним словом – быстродействие, так как время отклика этого типа матрицы порядка 1мс. К недостаткам можно отнести небольшие углы обзора, не очень хорошая цветопередача, достаточно низкая контрастность, малая глубина черного цвета.

❖ IPS (англ. in-plane switching) – альтернативный тип матрицы призванный избавиться от недостатков TN-матрицы, однако это не так-то просто. У мониторов с данным типом матрицы улучшенная цветопередача, глубина цвета, углы обзора, но увеличены временные характеристики экрана.

❖ VA (Vertical Alignment)/MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) – экраны с матрицами такого типа являются чем-то средним между IPS и TN матрицами. Так, углы обзора и цветопередача лучше, чем у TN, но хуже, чем у IPS. Аналогично и со временем отклика. В то же время стоимость их ниже, чем у IPS.

У каждого типа матриц есть свои недостатки и достоинства, именно поэтому в зависимости от вида деятельности оператора, можно подобрать наиболее подходящий монитор. Рассмотрим какие характеристики есть у экранов ПК и на что они влияют. Основными характеристиками мониторов являются яркость, контрастность, тип поверхности, углы обзора, время отклика, цветовой охват, глубина цвета и частота обновления экрана.

■ Яркость

Яркость монитора – это количество света, исходящего от чисто белого экрана. Этот параметр является одним из основных характеристик мониторов и представлен в

спецификациях на любой монитор. Эта величина измеряется в кд/м², (канделах на квадратный метр). Чем выше значение этого параметра - тем лучше. Отрегулировать экран, снизив его яркость, не составляет труда.

Увеличение яркости дисплея вызывает уменьшение размера зрачка, что, в свою очередь, приводит к увеличению оптической глубины резкости и улучшению оптического качества.

Это увеличение яркости сетчатки глаза, которое приводит к уменьшению диаметра зрачка, непосредственно влияет на остроту зрения нормального здорового глаза. Таким образом, мониторы с более высокой яркостью позволяют оператору видеть на дисплее более тонкие детали.

■ **Контрастность**

Этот параметр заключается в отношении самых светлых и самых темных точек экрана. Выбор высокого показателя означает, что черный цвет картинки на экране действительно визуальюно будет соответствовать черному, а не темно-серому.

■ **Тип поверхности**

Тип поверхности подразумевает под собой покрытие дисплея. Не вооруженным взглядом можно заметить, что некоторые мониторы имеют глянцевую поверхность, которая отражает падающий свет, некоторые же экраны наоборот, поглощают лучи света. На практике различают два вида поверхностей – матовая и глянцевая. В табл. 1 представлены достоинства и недостатки типов покрытий.

Таблица 1.

Виды покрытий.

Тип поверхности	Достоинства	Недостатки
Матовая	Блики «гасятся» - комфортнее работать при попадании света на экран	Блеклость – цвета менее четкие. Кристаллический эффект - отображаемая точка не имеет четких границ, а может иметь некие неровные края с различными оттенками.
Глянцевая	Яркость, контрастность и цветопередача лучше нежели на матовой поверхности	Отражает свет, что влияет на качество воспринимаемой информации и утомляемость глаз. Происходит быстрое загрязнение поверхности (хорошо видно отпечатки пальцев и пыль)

■ **Углы обзора**

Этот параметр достаточно важен, так как он говорит нам о том под каким углом можно смотреть на изображение на мониторе без ухудшения качества. Если угол обзора у монитора не велик, то при небольшом отклонении от допустимого значения, оператор будет наблюдать изменение цвета, яркости и качества изображения (рис. 1).

Рис. 1. Углы обзора

■ **Время отклика**

Это тот диапазон времени, который необходим пикселю, чтобы изменить яркость до требуемого значения (измеряется в миллисекундах, мс). Данный параметр показывает насколько четкой будет картинка при воспроизведении быстро перемещающихся по экрану объектов. Если время отклика большое, то изображение может искажаться, это проявляется в виде шлейфов, которые тянутся за изображением в динамических сценах. Соответственно, чем меньше этот параметр, тем лучше (рис. 2).

Рис. 2. Время отклика

■ **Цветовой охват**

Цветовой охват — это диапазон цветов, который способен отобразить монитор. Этот параметр не всегда указывается в спецификации монитора, однако, как правило, в случае действительно хорошей цветопередачи монитора производители указывают этот параметр чтобы подчеркнуть высокое качество экрана. На рис. 3 представлен цветовой охват разных стандартов.

Вся цветная область представляет собой спектр цветов, которые может различать человеческий глаз. Внутри этой области показаны треугольник — это диапазон цветов, который может передаваться конкретным монитором, а также границы, соответствующие принятым стандартам цветного пространства для компьютерного оборудования.

Рис. 3. Стандарты цветowego охвата

Чаще всего используются три цветовых пространства:

- sRGB – стандарт, разработанный в 1996-м году компаниями HP и Microsoft. Охватывает небольшую часть цветового пространства, доступного человеческому зрению.
- Adobe RGB – стандарт, который шире sRGB и покрывает большее количество цветов.
- DCI-P3 – новый стандарт, который берет свое начало в киноиндустрии, его цветовой охват увеличен в области зеленых и красных оттенков по сравнению с Adobe RGB.

Как правило цветовой охват представляет в процентах от стандарта. Например, экран, который покрывает около 60% sRGB можно назвать непримечательным, так как на нем сложно получить достоверную передачу цветов.

■ **Глубина цвета**

Если цветовой охват — это диапазон цветов, который способен отобразить монитор, то глубина цвета — это градации диапазона.

Как правило, мониторы имеют 8-битную глубину цвета на канал, этот параметр соответствует примерно 16,7 млн. отображаемых цветов.

Так же встречаются более профессиональные мониторы, которые могут предоставить пользователю 10-битную глубину цвета, что соответствует отображению более миллиарда цветов. Большинство из них, фактически, являются 8-битными, а расширение глубины цветопередачи до 10 бит происходит при помощи технологии FRC. Суть технологии FRC заключается в том, чтобы представить недостающие полутона путем вывода промежуточного кадра с двумя другими цветами, которые в итоге дают те оттенки, которые недоступны 8-битной матрице.

16,7 миллионов отображаемых цветов – это хороший показатель, однако существуют и 6-и битные матрицы, которые так же используют технологию FRC, в этом случае разница оттенков заметна достаточно хорошо. Ниже на рис. 4 представлены отличия 8-битной глубины цвета от 6-битной с FRC технологией.

Глубина цвета – 8 бит

Глубина цвета – 6 бит + FRC

Рис. 4. Глубина цвета

■ **Частота обновления экрана**

Это еще одна временная характеристика мониторов, на которую можно обратить внимание только при просмотре динамических сцен на экране.

Изображение на дисплее не находится в статическом состоянии. Изображение и его движение выглядят плавно только потому, что каждый пиксель обновляется для отображения текущей и той информации, которая была получена от процессорного

блока. Пиксели на экране обновляются с определенными регулярными интервалами, т.е. с частотой обновления.

Частота обновления изображения влияет на периодичность и скорость обновления изображения на экране. Измеренная в герцах (Гц), частота обновления показывает количество обновлений экрана в секунду. Например, 60 Гц дисплей обновляется 60 раз в секунду, 90 Гц - 90 раз в секунду и 120 Гц - 120 раз в секунду, соответственно (рис. 5).

Рис. 5. Частота обновления

Суммируя всю информацию о приведенных параметрах мониторов в зависимости от типа используемых матриц, можно отобразить в таблице (табл. 2). Данные получены путем рассмотрения множества мониторов разной ценовой категории и разных фирм.

Таблица 2.

Характеристики матриц ЖК-мониторов

Характеристики	TN	IPS	VA
Яркость	150 – 300 кд/м ²	150 – 400 кд/м ²	150 – 500 кд/м ²
Контрастность	500:1	1000:1	3000:1
Угол обзора	До 160	До 178	До 170
Цветовой охват	Ограниченное цветовое пространство - как правило, стандартный RGB, но отличные глубокие оттенки черного.	Поддержка цветовых пространств, DCI-P3 и Rec. 2020. Превосходное воспроизведение цвета.	Хорошая цветопередача с более широкой гаммой, чем у TN – часто Adobe RGB и иногда даже DCI-P3
Глубина цвета	До 8-бит	До 10	10 – 12 бит
Время отклика	1 мс	5-9 мс	4-6мс
Частота обновления	До 240 Гц	До 144 Гц	До 160 Гц

Оценка критических характеристик ЖК мониторов для различных видов операторской деятельности

При выборе монитора для ПК нужно четко понимать, какие параметры необходимы пользователю, а какими можно пренебречь. Например, не целесообразно приобретать монитор с самыми лучшими временными характеристиками, если основное его предназначение - это чтение статей в интернете. В зависимости от типа деятельности можно точно определить какие параметры наиболее важны для пользователя.

Для создания классификации пользователей в зависимости от типа деятельности, был проведен анализ существующих профессий, связанных с использованием персонального компьютера. Можно выделить три основные группы операторов:

Группа А. Пользователи, работающие с текстом;

Группа В. Операторы, использующие ПК для работы с изображениями;

Группа С. Пользователи, работающие с видео или в реальном времени

Группа А – для пользователей, относящихся к этой группе важно, чтобы работа была комфортна для глаз. Временные и цветовые характеристики ПК не так важны, так как они не используют компьютер для работы в реальном времени или с изображениями.

Группа В – для пользователей, относящихся к этой группе, необходима хорошая передача цвета, для того чтобы все цвета на изображениях были реалистичными. Временные характеристики для данного типа деятельности тоже не важны.

Группа С – для пользователей, относящихся к этой группе важны временные параметры монитора, так как профессионалы именно этой категории, постоянно имеют дело с динамически изменяющимися изображениями.

Ниже представлена таблица, которая описывает критические характеристики для выделенных групп пользователей.

Таблица 3.

Классификация операторов и их критические характеристики.

Группа	Специфика	Тип действий	Критические характеристики
Группа А	Использование компьютера на протяжении всего рабочего дня (минимум 7 часов), следовательно, большая нагрузка на зрительный аппарат. Долговременная работа с текстом – однообразная информация, быстрая усталость зрительного аппарата.	Чтение, редактирование, ввод текстовой информации	Яркость Контрастность
Группа В	Работа с яркими цветами – изображениями.	Создание, редактирование изображений	Цветовой охват, Глубина цвета,
Группа С	Работа с динамическими данными - видео, быстро изменяющиеся графики	Просмотр динамических сцен, управление быстро движущимися объектами	Время отклика Частота обновления

Оценим выявленные характеристики.

- **Яркость**

Этот параметр крайне важен для офисной работы, так как усталость зрительного аппарата приводит к снижению продуктивности. [6] Дж.Лофтус - профессор психологии Вашингтонского университета провел множество экспериментов, в ходе которых было выявлено, что яркость изображений влияет на скорость распознавания, а также на длительность фиксации, снижение уровня яркости чповлечёт за собой увеличение длительности фиксации информации (Loftus 1985). [5] Согласно ТСО'03/ТСО'99 минимальные требуемые уровни яркости для ЖК-мониторов составляют 150 кд/м², а по ГОСТу Р ИСО 9241-303-2012 - 100 кд/м². [10][12] Эти стандарты были основаны на расстоянии от наблюдателя до монитора 50 см и отсутствии окружающего света. Так же существуют определенные ограничения яркости, которые определяются зрительной системой человека. Известно, что:

- ✓ при яркости до 25 -30 кд/м² свет не воспринимается как яркость, а воспринимается как светлое пятно;
- ✓ при яркости 200 кд/м² - свет воспринимается как ощутимая яркость;
- ✓ при 500 кд/м² - свет воспринимается как привлекающий внимание;
- ✓ при 1000 кд/м² – свет воспринимается как беспокоящая яркость;
- ✓ при 2000 кд/м² – слепящая (хотя собственно слепящая яркость значительно выше), а выше – невыносимая. [1]

В соответствии с этими данными можно сделать вывод, что наиболее приемлемые значения яркости лежат в интервале от 100 кд/м² до 800 кд/м².

Однако в последнее время появились различные варианты использования ЖК-мониторов, в которых окружающий свет и расстояние до наблюдателя довольно разнообразны. Известная компания по производству компьютерной техники Асег провела собственные исследования яркости и контрастности. Компания Асег входит занимает 5-е место на мировом 3-е место на российском рынке компаний производящих ПК. Все мониторы, производимые данной компанией, являются LCD-мониторами, в том числе и экраны ноутбуков. В своём исследовании Асег приводит два вида классификаций:

- 1) варианты уровней яркости в зависимости от освещения и дистанции до наблюдателя,
- 2) варианты уровней яркости в зависимости от просматриваемой информации. Согласно этому исследованию для работы с текстом:
 - а) в офисных помещениях со слабым освещением (настольная лампа) на расстоянии ~50 см рекомендуемыми значениями яркости будут 200-250 кд/м², а на расстоянии ~60см с дневным освещением - 250-300 кд/м²;
 - б) для работы с изображениями и графикой следует использовать более высокий уровень яркости от 300 кд/м². [7]

Международный стандарт цветового пространства Adobe RGB, разработанный компанией Adobe Systems, Inc. в 1998 году, имеет большое значение для операторов, работающих с изображениями, заданы стандартные условия просмотра – то есть минимально допустимые условия, при которых оператор получит от цветового пространства требуемый эффект:

- Уровень яркости белой точки – 160 кд/м²;
- Уровень яркости черной точки – 0,5557 кд/м²;
- Уровень внешней освещенности – 32 лк.[9] 32 лк – это очень низкая освещенность.

На рис. 6 представлены рекомендуемые значения яркости для 3-х групп операторов.

Рис. 6. Рекомендуемые показатели яркости

- **Контрастность**

Данный параметр важен для работы с текстом, однако слишком большое значение контрастности тоже не имеет смысла, взгляд будет рассеиваться на мелкие не важные детали.

Выделяют несколько видов контраста:

- цветовой контраст - самый простой из всех видов контрастов, представляет сочетание чистых цветов спектра. Наиболее сильный контраст создают базовые цвета (в зависимости от вида цветового круга): синий, красный и желтый.

- контраст дополнительных цветов - для понимания сути этого контраста, нужно ввести понятие цветового круга. Исаак Ньютон еще в 17 веке разложил солнечный цвет на 12 оттенков спектра и поместил их на круге. Кроме 7 основных цветов радуги, в такой круг входят еще переходные цвета. Контраст дополнительных цветов основан на сочетании цветов, диаметрально противоположных на круге. Находясь рядом, эти цвета подчеркивают, усиливают друг друга, создавая тем самым красивый контраст.

- контраст светлого и темного - самый сильный контраст по светлоте образуют белый и черный цвета, при сравнении оттенков серого контраст снижается. Но контрастными по светлоте могут быть не только ахроматические (черный, белый и серый) цвета. И здесь нам опять пригодится цветовой круг. Если перевести хроматические цвета в черно-белую гамму, то мы увидим разные оттенки серого – от почти белого (желтый) до почти черного (фиолетовый). Самый слабый контраст создают красный и зеленый, так как в черно-белом виде соответствуют примерно одинаковому оттенку серого.

■ контраст по насыщенности - насыщенность оттенка определяется присутствием в нем чистого хроматического цвета. Добавление ахроматических белого, черного или другого хроматического цвета снижает насыщенность. Таким образом, контраст по насыщенности возникает между чистым и приглушенным оттенком. Важно отличать контраст по насыщенности от контраста по светлоте: контраст светлого и темного в пределах одного тона необязательно является контрастом по насыщенности. [13]

В ГОСТе Р ИСО 9241-3-2003 установлено, что минимальное значение яркостного контраста деталей знака, внутри знака или между знаками, непосредственно влияющее на разборчивость, должно быть не менее 3:1. [2] Согласно руководству веб-доступности, WCAG 2.0, получившему статус ISO в 2012 году, для удовлетворения потребностей различных пользователей в различных ситуациях. Руководство определяет три уровня соответствия: А (низший), АА (средний) и ААА (наивысший). Этим уровням соответствуют следующие значения контрастности (минимальные требования):

- А – коэффициент контрастности не менее 3:1,
- АА – коэффициент контрастности не менее 4,5:1,
- ААА – коэффициент контрастности не менее 7:1. [14]

Рис. 7. Рекомендуемые показатели контрастности. На рис. 7 по оси ординат измеряется коэффициент контрастности y:1.

• Цветовой охват

Цветовой охват очень важная характеристика для профессиональной работы с изображениями. Более 95% sRGB считается достаточным для работы с графикой. Мониторы с меньшим процентом производят блеклое, ненасыщенное изображение. Некоторые мониторы могут приближаться к покрытию Adobe RGB, которое намного шире sRGB. Однако такая широкая цветовая гамма требуется только в определенных областях работы и, например, обычным фотографам она, как правило, не нужна. Дело в том, что изображения на мониторах с расширенной цветовой гаммой выглядят более насыщенными в программах, не поддерживающих управление цветом. Поэтому

существует большой риск сделать на нем изображение, которое будет выглядеть бледным на стандартных мониторах. Мировой стандарт цветового охвата, принятый Международной электротехнической комиссией (IEC) sRGB - является стандартной цветовой гаммой персональных компьютеров, стандарт AdobeRGB - разработан компанией Adobe Systems для профессиональной работы с обработкой изображений.

- **Глубина цвета**

Рассматриваемая характеристика представляет собой особенное значение для операторов, работающих с изображениями. Научные исследования показали, что человеческий глаз может различать около 10-12 миллионов оттенков, различные стандарты битовой глубины цвета могут передавать до миллиарда различных оттенков, так зачем же так много цветов на экране монитора? В 16-битном цвете существует $2^{16} = 65\,536$ возможных тональных вариаций для каждого из цветов RGB. Каждый канал имеет 16 бит, поэтому у нас всего 48 бит на пиксель (16 для красного, 16 для зеленого, 16 для синего). Изображение может отображать в общей сложности 281 474 976 710 656 цветов (2^{48}). В идеале лучше всего подойдет 16-битный, потому что он может отображать больше тональных вариаций. Несмотря на это, человеческий глаз действительно не видит так много оттенков цвета. Гибкость - вот что делает работу с 16-битными изображениями лучшей для редакторов. Когда происходит редактирование изображения много раз, проблема заключается в потере деталей. На изображении можно заметить то, что называется полосами. При работе с 16-битными изображениями также теряются детали, но, поскольку оператору доступно много тональных вариаций цвета, это не слишком сильно влияет на изображение. Поэтому для простого просмотра изображений достаточно 8-битной глубины цвета, но при редактировании изображения глубина цвета должна составлять 10, 12 или 16 бит. Некоторые профессиональные фотоаппараты (в том числе определенные модели Nikon) на сегодняшний день не поддерживают съемку с глубиной цвета в 8-бит. [8]

Рис. 8. Рекомендуемые показатели глубины цвета

- **Время отклика**

При высоких показателях изображение может искажаться. Для работы в реальном времени важна точность отображаемой информации, и искажения или задержки не приемлемы, так как могут привести к потере данных. В связи с этим, время отклика должно быть, как можно ниже. Команда нейробиологов из Массачусетского технологического института обнаружила, что человеческий мозг может обрабатывать целые изображения, которые видит глаз, всего за 13 миллисекунд. [11] В стандарте ГОСТ Р 52324-2005 для жидкокристаллических панелей установлено, что, если время формирования изображения менее 10 мс, то никаких заметных глазу артефактов при движении объектов не наблюдается. [3]

Рис. 9. Рекомендуемые показатели времени отклика

- **Частота обновления**

Согласно ГОСТу Р 50948-2001 частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц для дисплеев на плоских дискретных экранах. [4] Стандарт настольных мониторов - это частота обновления 75 Гц, но в последние годы появились более специализированные, высокопроизводительные мониторы, поддерживающие частоту обновления 120 Гц, 144 Гц и даже 240 Гц. Они обеспечивают сверхгладкий просмотр контента, независимо от того, насколько динамичны визуальные эффекты на экране. Большинство голливудских фильмов снимаются и производятся со скоростью 24 кадра в секунду (FPS), а для контента в европейском стандарте видео PAL используется 25 или 50 кадров в секунду. Таким образом, монитор с частотой 75 Гц будет легко воспроизводить эти данные плавно. Наличие монитора с частотой 120 Гц или даже

выше не принесет видимого улучшения качества воспроизведения. Однако есть современные платформы, которые поддерживают анимацию со скоростью 100 FPS или выше.

Рис. 10. Рекомендуемые показатели частоты обновления

Приоритетный выбор ЖК экранов

По итогам проведенных анализа и оценки были сформулированы рекомендации по выбору типа матрицы ЖК-монитора, для различных групп операторов.

❖ Группа А.

Таблица 4.

Рекомендуемые значения критических характеристик.

Критический параметр	Рекомендуемый диапазон значений
Яркость, кд/м ²	200-300
Контрастность	400:1 – 600:1

Для этой группы пользователей можно выбрать любой из представленных типов матриц, так как значения яркости и контрастности являются достаточно хорошими у всех матриц, однако предпочтение лучше отдать монитору с IPS матрицей, так как операторам, которые работают с текстовой информацией не нужна высокая яркость и контрастность монитора, при дневном освещении наиболее приемлемой будет яркость 200-300кд/м². Значения контрастности у этих матриц сильно превышает минимальное (согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003), для работы с текстом в повышенном значении контрастности нет необходимости.

Ниже на столбчатых диаграммах (рис. 11 и 12) голубым цветом выделен диапазон рекомендуемых значений для группы пользователей А.

Рис. 11. Значения яркости

Рис. 12. Значения контрастности

❖ **Группа В.**

Таблица 5.

Рекомендуемые значения критических характеристик

Критический параметр	Рекомендуемый диапазон значений
Цветовой охват	Не менее 99% sRGB
Глубина цвета, бит	От 8+FRC
Яркость, кд/м²	350-500
Контрастность	1500:1 – 2500:1

Для данной группы рекомендуется предпочесть ЖК дисплеи с матрицей VA, так как мониторы с этим типом матрицы имеют лучший цветовой охват и большую глубину цвета, помимо высоких цветовых характеристик этот тип матрицы демонстрирует высокие яркостные и контрастные характеристики, что так же является не мало важным показателем для данной группы пользователей.

Ниже на столбчатых диаграммах (рис. 13, 14 и 15) голубым цветом выделен диапазон рекомендуемых значений для группы пользователей В.

Рис. 13. Значения глубины цвета

Рис. 14. Значения яркости

Рис. 15. Значения контрастности

❖ **Группа С.**

Таблица 6.

Рекомендуемые значения критических характеристик

Критический параметр	Рекомендуемый диапазон значений
Частота обновления, Гц	От 120
Время отклика, мс	0-2
Яркость, кд/м ²	250-400
Контрастность	800:1 – 1800:1

Для пользователей, работающих с информацией в реальном времени наиболее подходящими будут мониторы с матрицей TN, так как для пользователей этой группы наиболее важными являются временные характеристики. Однако если пользователь работающий в реальном времени должен наблюдать или управлять большим количеством очень маленьких деталей, то лучше выбрать матрицу VA (с лучшими значениями частоты обновления и временем отклика) так как в этом случае очень большое значение играют яркостные и контрастные характеристики матрицы.

Ниже на столбчатых диаграммах (рис. 16-19) голубым цветом выделен диапазон рекомендуемых значений для группы пользователей С.

Рис. 16. Значения времени отклика

Рис. 17. Значения частоты обновления

Рис. 18. Значения яркости

Рис. 19. Значения контрастности

Заключение

В настоящей статье были рассмотрены все основные характеристики экранов персональных компьютеров, а также три основных типа матриц жидкокристаллических мониторов: TN, VA и IPS. Предложена классификация операторов ПК по видам деятельности. Для каждого вида пользователей были выявлены и проанализированы критические характеристики и по ним даны рекомендации по выбору определенного типа матрицы ЖК дисплеев.

Conclusion

In this article, we have considered all the main characteristics of personal computer screens, as well as the three main types of liquid crystal monitor matrices: TN, VA, and IPS. The classification of PC operators by type of activity is proposed. For each type of user, critical characteristics were identified and analyzed, and recommendations were given for choosing a certain type of LCD display matrix.

1. В.Т. Прокопенко, В.А. Трофимов, Л.П. Шарок Психология зрительного восприятия / Учебное пособие – Санкт-Петербург, 2006.

2. ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003 "Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальному отображению информации".
3. ГОСТ Р 52324-2005 "Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях. Часть 2. Эргономические требования к дисплеям с плоскими панелями".
4. ГОСТу Р 50948-2001 "Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности".
5. "On the Time Course of Perceptual Information That Result From a Brief Visual Presentation" Geoffrey R. Loftus, Janine Duncan, Paul Gehrig/ "Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance" Vol. 18 No. 2 - 1992, 530-549 p.
6. "Video Displays, Work, and Vision" / National Research Council (US) Panel on Impact of Video Viewing on Vision of Workers; National Research Council (US) Committee on Vision - Washington (DC): National Academies Press (US); 1983
7. [Электронный ресурс] "Understanding LCD Monitors: Brightness and Contrast" <http://www.nettivire.fi/kirkkaustiedote.pdf>
8. [Электронный ресурс] https://onlinemanual.nikonimglib.com/z7II_z6II/en/09_menu_guide_03_09.html
9. Стандарт "Adobe RGB (1998) color image encoding" version 2005-05. <https://www.adobe.com/digitalimag/pdfs/AdobeRGB1998.pdf>
10. [Электронный ресурс] Стандарт ТСО'03 <http://www.morepc.ru/monitor/lcd/tco2003.html>
11. Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture., Potter, M.C., Wyble, B., Haggmann, C.E. et al./ Atten Percept Psychophys 76 -2014, , 270–279p. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0605-z>
12. ГОСТ Р ИСО 9241-303-2012 "Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 303. Требования к электронным видеодисплеям"
13. [Электронный ресурс] "Колористика: виды контрастов" <https://club.osinka.ru/topic-179963>
14. ISO/IEC 40500:2012 Information technology — W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0