**РЕФЕРАТ**

Пояснительная записка к дипломному проекту: 116 страниц, 12 рисунков, 20 таблиц, 24 источника, 12 приложений, 3 листа чертежей формата А1.

Объект исследований: монитор на ЭЛТ.

Предмет исследования: усовершенствование характеристик видеотерминальных устройств (дисплея).

В первом разделе рассмотрены общие принципы работы видеомониторов, их компоненты, описаны виды видеотерминальных устройств и произведена их классификация.

Во втором разделе выполнено усовершенствование монітора утем введения схемы автоматической регулировки яркости. Рассмотрена работа фоторезисторов.

В третьем разделе выполнено технико-экономическое обоснование объекта разработки.

В четвертом разделе проведены расчеты отопления, вентиляции, природного и искусственного освещения, полученные значения сопоставлены с нормативными.

ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, ДИСПЛЕЙ, МОНИТОР, ФОТОРЕЗИСТОР, ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВАЯ ТРУБКА, LCD-МОНИТОР

**СОДЕРЖАНИЕ**

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

1.1 Интерфейсы мониторов

1.2 Анализ ЭЛТ-мониторов

1.3 Анализ LCD – мониторов

1.4 Плазменные дисплеи

1.5 Перспективы развития видеотерминальных устройств

2 УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

2.1 Фоторезисторы

2.1.1 Устройство, характеристики, принцип действия фоторезисторов

2.1.2 Полупроводниковый фотодетектор

2.2 Усовершенствование монитора на ЭЛТ

3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ

## 3.1 Расчет расходов на стадии проектирования (разработки) КД нового изделия

## 3.2 Расчет расходов на стадии производства изделия

4 ОХРАНА ТРУДА

4.1 Требования к производственным помещениям

4.1.1 Окраска и коэффициенты отражения

4.1.2 Освещение

4.1.3 Параметры микроклимата

4.1.4 Шум и вибрация

4.1.5 Электромагнитное и ионизирующее излучения

4.2 Эргономические требования к рабочему месту

4.3 Режим труда

4.4 Расчет освещенности

4.5. Расчет вентиляции

4.6 Расчет уровня шума

ВЫВОДЫ

СПИСОК ССЫЛОК

ПРИЛОЖЕНИЯ

**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ, СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ**

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ВТ - видеотерминал

ЖК - жидкокристалический

МПС – микропроцессорная система

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство

ПО- программное обеспечение

ПС – программные средства

ФР - фоторезистор

ЦП – центральный процессор

ЦПУ – центральное процессорное устройство

ЭЛТ – электронно-лучевая трубка

**ВВЕДЕНИЕ**

Тема дипломной работы – «Усовершенствование характеристик видеотерминальных устройств (дисплеев)», которая является предметом исследования.

Целью настоящей работы является изучение особенностей различных технических и эксплуатационных характеристик дисплеев, а также попытка проанализировать примеры улучшения их характеристик.

В соответствии с поставленной целью выдвигаются конкретные задачи, которые решаются в ходе исследования:

- проанализировать технологические особенности видеотерминальных устройств, существующих в настоящее время;

- дать их сравнительную характеристику;

- рассмотреть примеры улучшения характеристик видеотерминальных устройств.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных материалов исследования в практических курсах учебных заведений технической направленности.

Дисплей, или монитор, является неотъемлемой частью практически любого персонального компьютера. Тип монитора, его качество и функциональные возможности не только влияют на эффективность использования компьютера, но и определяют уровень используемого программного обеспечения. Нельзя не сказать о том, что через монитор пользователь получает не только полезную информацию от компьютера, но и “побочные эффекты” в виде электромагнитных излучений в различных частотных диапазонах. Далеко не благотворно сказывается на зрении нечеткость, нерезкость или мерцание изображения, только после продолжительной работы, проявляясь в виде утомления, рези в глазах, головной боли и т.д. Следует отметить, что работа с некачественным монитором может привести к необратимым последствиям в организме.

Таким образом, тема, выбранная для дипломной работы, действительно заслуживает внимания. Изучение и систематизация технических и эксплуатационных характеристик видеотерминальных устройств является актуальным не только в теоретическом отношении, но и в плане применения передовых технологий в быту, учебных заведениях, государственных организациях и на промышленных предприятиях.

**1 ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

**1.1 Интерфейсы мониторов**

Приступая к анализу технологических особенностей мониторов, представляется необходимым обратиться к рассмотрению различных интерфейсов, используемых в настоящее время.

Аналоговый интерфейс D-Sub является наследием CRT-мониторов. Главный его недостаток - необходимость двойного аналого-цифрового преобразования сигнала (первый раз цифровые данные преобразуются в аналоговый сигнал в видеокарте, а второй - происходит обратное преобразование в мониторе), что, естественно, не способствует улучшению его качества, особенно в больших разрешениях.

В настоящее время он вытесняется цифровым интерфейсом DVI (Digital Video Interface), посредством которого цифровые данные из видеокарты, минуя цепочку АЦП-ЦАП, подается непосредственно на схему управления матрицы LCD-монитора. Изображение передается на монитор без потерь качества из-за преобразования, кроме того, цифровым способом осуществляется и управление монитором, так что пользователь освобождается от довольно сложной и трудоемкой процедуры "тонкой" подстройки параметров изображения. При этом не стоит упускать из виду, что реальное преимущество от использования интерфейса DVI может проявиться только на мониторах с диагональю 20" и выше, только при наличии достаточно качественной видеокарты. В мониторах с диагональю 15"-19" заметного выигрыша в качестве изображения по сравнению с аналоговым интерфейсом не будет.

В настоящее время интерфейс D-Sub устанавливается в LCD-мониторы в основном для обеспечения их совместимости со старыми видеокартами, не имеющими DVI выхода, в первую очередь - системных плат с интегрированным видео. И лишь только самые дешевые бюджетные модели LCD-мониторов используют интерфейс D-Sub в качестве основного и вообще не имеют DVI-входа.

Интерфейс DVI имеет три варианта реализации:

- DVI-D - базовый интерфейс, обеспечивающий только "цифровое" подключение;

- DVI-I - расширенный вариант интерфейса DVI-D, наиболее часто встречающийся в настоящее время. Обеспечивает передачу как цифрового, так и аналогового сигнала, для которого в кабеле выделены специальные линии;

- DVI-A - используется только для передачи аналоговых данных. Физически реализуется в качестве переходника (или, что гораздо реже, кабеля) для подключения к разъему DVI-I.

Кабеля типов DVI-D и DVI-I могут быть двух типов: Single- или DualLink. Кабель первого типа, в соответствии со своим названием, содержит только один канал DVI и обеспечивает разрешение до 1920х1080. Но для новых 30" мониторов, разрешение которых достигло 2560 x 1600 пикселей, пропускной способности кабеля SingleLink явно не хватит, и выход был найден в объединении двух таких интерфейсов в едином варианте - получился интерфейс DualLink. Естественно, и видеокарта должна поддерживать DualLink, т.е. иметь два автономных DVI выхода.

В последнее время применяется новый стандарт передачи видеосигнала HDMI (High-Definition Multimedia Interface). Его достоинством является одновременная передача как видео, так и аудио, что более актуально в бытовой технике.

Что же касается собственно передачи видеосигнала, то в этом отношении HDMI не имеет каких-либо реальных преимуществ перед DVI.

**1.2 Анализ ЭЛТ-мониторов**

Сегодня наиболее распространенный тип мониторов - это CRT (Cathode Ray Tube) мониторы. Как видно из названия, в основе всех таких мониторов лежит катодно-лучевая трубка - электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). CRT расшифровывается как Cathode Ray Terminal, что соответствует уже не трубке, а устройству, на ней основанному.

Используемая в этом типе мониторов технология была разработана немецким ученым Фердинандом Брауном в 1897г. и первоначально создавалась в качестве специального инструмента для измерения переменного тока, то есть для осциллографа.

Конструкция ЭЛТ – монитора.

Самым важным элементом монитора является кинескоп, называемый также электронно- лучевой трубкой (см. приложение А, рис 1.). Кинескоп состоит из герметичной стеклянной трубки, внутри которой находится вакуум, то есть весь воздух удален. Один из концов трубки узкий и длинный - это горловина, а другой - широкий и достаточно плоский - это экран. С фронтальной стороны внутренняя часть стекла трубки покрыта люминофором. В качестве люминофоров для цветных ЭЛТ используются довольно сложные составы на основе редкоземельных металлов - иттрия, эрбия и т.п. Люминофор - это вещество, которое испускает свет при бомбардировке его заряженными частицами. Заметим, что иногда люминофор называют фосфором, но это не верно, т.к. люминофор, используемый в покрытии ЭЛТ, ничего не имеет общего с фосфором. Более того, фосфор "светится" в результате взаимодействия с кислородом воздуха при окислении до P2O5 и "свечение" происходит небольшое количество времени.

Для создания изображения в ЭЛТ-мониторе используется электронная пушка, откуда под действием сильного электростатического поля исходит поток электронов. Сквозь металлическую маску или решетку они попадают на внутреннюю поверхность стеклянного экрана монитора, которая покрыта разноцветными люминофорными точками. Поток электронов (луч) может отклоняться в вертикальной и горизонтальной плоскости, что обеспечивает последовательное попадание его на все поле экрана. Отклонение луча происходит посредством отклоняющей системы (см. приложение А, рис 2.). Отклоняющие системы подразделяются на седловидно-тороидальные и седловидные. Последние предпочтительнее, поскольку создают пониженный уровень излучения.

Отклоняющая система состоит из нескольких катушек индуктивности, размещенных у горловины кинескопа. С помощью переменного магнитного поля две катушки создают отклонение пучка электронов в горизонтальной плоскости, а другие две - в вертикальной.

Изменение магнитного поля возникает под действием переменного тока, протекающего через катушки и изменяющегося по определенному закону (это, как правило, пилообразное изменение напряжения во времени), при этом катушки придают лучу нужное направление. Путь электронного луча на экране схематично показан в приложении Б, рис. 3. Сплошные линии - это активный ход луча, пунктир - обратный.

Частота перехода на новую линию называется частотой горизонтальной (или строчной) развертки. Частота перехода из нижнего правого угла в левый верхний называется частотой вертикальной (или кадровой) развертки. Амплитуда импульсов перенапряжения на катушках строчной развертки возрастает с частотой строк, поэтому этот узел оказывается одним из самых напряженных мест конструкции и одним из главных источников помех в широком диапазоне частот. Мощность, потребляемая узлами строчной развертки, также является одним из серьезных факторов учитываемых при проектировании мониторов.

После отклоняющей системы поток электронов на пути к фронтальной части трубки проходит через модулятор интенсивности и ускоряющую систему, работающие по принципу разности потенциалов. В результате электроны приобретают большую энергию, часть из которой расходуется на свечение люминофора.

Электроны попадают на люминофорный слой, после чего энергия электронов преобразуется в свет, т.е. поток электронов заставляет точки люминофора светиться. Эти светящиеся точки люминофора формируют изображение, которое вы видите на вашем мониторе. Как правило, в цветном CRT мониторе используется три электронные пушки, в отличие от одной пушки, применяемой в монохромных мониторах, которые сейчас практически не производятся.

Известно, что глаза человека реагируют на основные цвета: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue) и на их комбинации, которые создают бесконечное число цветов. Люминофорный слой, покрывающий фронтальную часть электронно-лучевой трубки, состоит из очень маленьких элементов (настолько маленьких, что человеческий глаз не всегда может различить их). Эти люминофорные элементы воспроизводят основные цвета, фактически имеются три типа разноцветных частиц, чьи цвета соответствуют основным цветам RGB (отсюда и название группы из люминофорных элементов - триады). Люминофор начинает светиться, как было сказано выше, под воздействием ускоренных электронов, которые создаются тремя электронными пушками. Каждая из трех пушек соответствует одному из основных цветов и посылает пучок электронов на различные люминофорные частицы, чье свечение основными цветами с различной интенсивностью комбинируется и в результате формируется изображение с требуемым цветом. Например, если активировать красную, зеленую и синюю люминофорные частицы, то их комбинация сформирует белый цвет (см. приложение Б, рис. 4).

Для управления электронно-лучевой трубкой необходима и управляющая электроника, качество которой во многом определяет и качество монитора. Кстати, именно различие в качестве управляющей электроники, создаваемой разными производителями, является одним из критериев определяющих разницу между мониторами с одинаковой электронно-лучевой трубкой.

Каждая пушка излучает электронный луч (или поток, или пучок), который влияет на люминофорные элементы разного цвета (зеленого, красного или синего). Электронный луч, предназначенный для красных люминофорных элементов, не должен влиять на люминофор зеленого или синего цвета. Чтобы добиться такого действия используется специальная маска структура которых зависит от типа кинескопов разных производителей, обеспечивающая дискретность (растровость) изображения. ЭЛТ можно разбить на два класса - трехлучевые с дельтаобразным расположением электронных пушек и с планарным расположением электронных пушек. В этих трубках применяются щелевые и теневые маски, хотя правильнее сказать, что они все теневые. При этом трубки с планарным расположением электронных пушек еще называют кинескопами с самосведением лучей, так как воздействие магнитного поля Земли на три планарно расположенных луча практически одинаково и при изменении положения трубки относительно поля Земли не требуется производить дополнительные регулировки.

Самые распространенные типы масок - это теневые, а они бывают двух типов: "теневая маска" (shadow mask) и "щелевая маска" (slot mask).

Теневая маска - это самый распространенный тип масок, она применяется со времени изобретения первых цветных кинескопов. Поверхность у кинескопов с теневой маской обычно сферической формы (выпуклая). Это сделано для того, чтобы электронный луч в центре экрана и по краям имел одинаковую толщину.

Теневая маска состоит из металлической пластины с круглыми отверстиями, которые занимают примерно 25% площади (см. приложение Б, рис. 5). Находится маска перед стеклянной трубкой с люминофорным слоем. Как правило, большинство современных теневых масок изготавливают из инвара. Инвар (InVar) - магнитный сплав железа (64%) с никелем (36%). Этот материал имеет предельно низкий коэффициент теплового расширения, поэтому, несмотря на то, что электронные лучи нагревают маску, она не оказывает отрицательного влияния на чистоту цвета изображения. Отверстия в металлической сетке работают как прицел (хотя и не точный), именно этим обеспечивается то, что электронный луч попадает только на требуемые люминофорные элементы и только в определенных областях. Теневая маска создает решетку с однородными точками (еще называемыми триады), где каждая такая точка состоит из трех люминофорных элементов основных цветов - зеленного, красного и синего - которые светятся с различной интенсивностью под воздействием лучей из электронных пушек. Изменением тока каждого из трех электронных лучей можно добиться произвольного цвета элемента изображения, образуемого триадой точек.

Одним из "слабых" мест мониторов с теневой маской является ее термическая деформация. Часть лучей от электронно-лучевой пушки попадает на теневую маску, вследствие чего происходит нагрев и последующая деформация теневой маски. Происходящее смещение отверстий теневой маски приводит к возникновению эффекта пестроты экрана (смещения цветов RGB). Существенное влияние на качество монитора оказывает материал теневой маски. Предпочтительным материалом маски является инвар.

Недостатки теневой маски хорошо известны: во-первых, это малое соотношение пропускаемых и задерживаемых маской электронов (только около 20-30% проходит через маску), что требует применения люминофоров с большой светоотдачей, а это в свою очередь ухудшает монохромность свечения, уменьшая диапазон цветопередачи, а во-вторых, обеспечить точное совпадение трех не лежащих в одной плоскости лучей при отклонении их на большие углы довольно трудно.

Теневая маска применяется в большинстве современных мониторов - Hitachi, Panasonic, Samsung, Daewoo, LG, Nokia, ViewSonic.

Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета в соседних строках называется шагом точек (dot pitch) и является индексом качества изображения (см. приложение В, рис. 6). Шаг точек обычно измеряется в миллиметрах. Чем меньше значение шага точек, тем выше качество воспроизводимого на мониторе изображения. Расстояние между двумя соседними точками по горизонтали равно шагу точек, умноженному на 0,866.

Щелевая маска - это технология широко применяется компанией NEC под именем "CromaClear". Это решение на практике представляет собой комбинацию теневой маски и апертурной решетки. В данном случае люминофорные элементы расположены в вертикальных эллиптических ячейках, а маска сделана из вертикальных линий. Фактически вертикальные полосы разделены на эллиптические ячейки, которые содержат группы из трех люминофорных элементов трех основных цветов. Щелевая маска используется, помимо мониторов от NEC (где ячейки эллиптические), в мониторах Panasonic с трубкой PureFlat (ранее называвшейся PanaFlat). Заметим, что нельзя напрямую сравнивать размер шага для трубок разных типов: шаг точек (или триад) трубки с теневой маской измеряется по диагонали, в то время как шаг апертурной решетки, иначе называемый горизонтальным шагом точек, - по горизонтали. Поэтому при одинаковом шаге точек трубка с теневой маской имеет большую плотность точек, чем трубка с апертурной решеткой. Для примера, шаг полос 0.25 мм приблизительно эквивалентен шагу точек, равному 0.27 мм.

Также в 1997г. компанией Hitachi - крупнейшим проектировщиком и изготовителем ЭЛТ - была разработана EDP - новейшая технология теневой маски. В типичной теневой маске триады размещены более или менее равносторонне, создавая треугольные группы, которые распределены равномерно поперек внутренней поверхности трубки. Компания Hitachi уменьшила расстояние между элементами триады по горизонтали, тем самым, создав триады, более близкие по форме к равнобедренному треугольнику. Для избежания промежутков между триадами сами точки были удлинены, и представляют собой скорее овалы, чем круг.

Существует еще один вид трубок, в которых используется "апертурная решетка" (aperture grille). Эти трубки стали известны под именем Trinitron и впервые были представлены на рынке компанией Sony в 1982 году. В трубках с апертурной решеткой применяется оригинальная технология, где имеется три лучевые пушки, три катода и три модулятора, но при этом имеется одна общая фокусировка (см. приложение В, рис. 7).

Апертурная решетка - это тип маски, используемый разными производителями в своих технологиях для производства кинескопов, носящих разные названия, но одинаковые по сути, например, технология Trinitron от Sony, DiamondTron от Mitsubishi и SonicTron от ViewSonic. Это решение не включает в себя металлическую решетку с отверстиями, как в случае с теневой маской, а имеет решетку из вертикальных линий. Вместо точек с люминофорными элементами трех основных цветов, апертурная решетка содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов выстроенных в виде вертикальных полос трех основных цветов. Такая система обеспечивает высокую контрастность изображения и хорошую насыщенность цветов, что вместе обеспечивает высокое качество мониторов с трубками на основе этой технологии. Маска, применяемая в трубках фирмы Sony (Mitsubishi, ViewSonic), представляет собой тонкую фольгу, на которой процарапаны тонкие вертикальные линии. Она держится на горизонтальной (одной в 15", двух в 17", трех и более в 21") проволочке, тень от которой видна на экране. Эта проволочка применяется для гашения колебаний и называется damper wire. Ее хорошо видно, особенно при светлом фоне изображения на мониторе. Некоторым пользователям эти линии принципиально не нравятся, другие же наоборот довольны и используют их в качестве горизонтальной линейки.

Минимальное расстояние между полосами люминофора одинакового цвета называется шагом полос (strip pitch) и измеряется в миллиметрах. Чем меньше значение шага полос, тем выше качество изображения на мониторе. При апертурной решетке имеет смысл только горизонтальный размер точки. Так как вертикальный определяется фокусировкой электронного луча и отклоняющей системой. Апертурная решетка используется в мониторах от ViewSonic, Radius, Nokia, LG, CTX, Mitsubishi, во всех мониторах от SONY.

Необходимо заметить, что нельзя напрямую сравнивать размер шага для трубок разных типов: шаг точек (или триад) трубки с теневой маской измеряется по диагонали, в то время как шаг апертурной решетки, иначе называемый горизонтальным шагом точек, - по горизонтали. Поэтому при одинаковом шаге точек трубка с теневой маской имеет большую плотность точек, чем трубка с апертурной решеткой. Для примера: 0.25 мм strip pitch приблизительно эквивалентно 0.27 мм dot pitch.

Оба типа трубок имеют свои преимущества и своих сторонников. Трубки с теневой маской дают более точное и детализированное изображение, поскольку свет проходит через отверстия в маске с четкими краями. Поэтому мониторы с такими CRT хорошо использовать при интенсивной и длительной работе с текстами и мелкими элементами графики, например в CAD/CAM-приложениях. Трубки с апертурной решеткой имеют более ажурную маску, она меньше заслоняет экран, и позволяет получить более яркое, контрастное изображение в насыщенных цветах. Мониторы с такими трубками хорошо подходят для настольных издательских систем и других приложений, ориентированных на работу с цветными изображениями. В CAD-системах мониторы с трубкой, в которой используется апертурная решетка, недолюбливают не потому, что они хуже воспроизводят мелкие детали, чем трубки с теневой маской, а потому что экран монитора типа Trinitron - плоский по вертикали и выпуклый по горизонтали, т.е. имеет выделенное направление.

Как уже упоминалось, кроме электронно-лучевой трубки внутри монитора есть еще и управляющая электроника, которая обрабатывает сигнал, поступающий напрямую от видеокарты вашего PC. Эта электроника должна оптимизировать усиление сигнала и управлять работой электронных пушек, которые инициируют свечение люминофора, создающего изображение на экране. Выводимое на экране монитора изображение выглядит стабильным, хотя, на самом деле, таковым не является. Изображение на экране воспроизводится в результате процесса, в ходе которого свечение люминофорных элементов инициируется электронным лучом, проходящим последовательно по строкам в следующем порядке: слева направо и сверху вниз на экране монитора. Этот процесс происходит очень быстро, поэтому нам кажется, что экран светится постоянно. В сетчатке наших глаз изображение хранится около 1/20 секунды. Это означает, что если электронный луч будет двигаться по экрану медленно, мы можем видеть это движение как отдельную движущуюся яркую точку, но когда луч начинает двигаться, быстро прочерчивая на экране строку хотя бы 20 раз в секунду, наши глаза не увидят движущейся точки, а увидят лишь равномерную линию на экране. Если теперь заставить луч последовательно пробегать по многим горизонтальным линиям сверху вниз за время меньшее 1/25 секунды, мы увидим равномерно освещенный экран с небольшим мерцанием. Движение самого луча будет происходить настолько быстро, что наш глаз не будет в состоянии его заметить. Чем быстрее электронный луч проходит по всему экрану, тем меньше будет заметно и мерцание картинки. Считается, что такое мерцание становится практически незаметным при частоте повторения кадров (проходов луча по всем элемента изображения) примерно 75 в секунду. Однако, эта величина в некоторой степени зависит от размера монитора. Дело в том, что периферийные области сетчатки глаза содержат светочувствительные элементы с меньшей инерционностью. Поэтому мерцание мониторов с большими углами обзора становится заметным при больших частотах кадров. Способность управляющей электроники формировать на экране мелкие элементы изображения зависит от ширины полосы пропускания (bandwidth). Ширина полосы пропускания монитора пропорциональна числу пикселей, из которых формирует изображение видеокарта компьютера.

### Некоторые параметры, определяющие качество CRT-монитора:

#### - Диагональ трубки и видимая диагональ

Одним из основных параметров CRT-монитора является размер диагонали трубки. Различают непосредственно размер диагонали трубки и видимый размер, который обычно примерно на 1 дюйм меньше, чем диагональ трубки, частично закрывающаяся корпусом монитора.

#### - Коэффициент светопередачи

Коэффициент светопередачи определяется как отношение полезной световой энергии, излучаемой вовне, к энергии, излучаемой внутренним фосфоресцирующим слоем. Обычно этот коэффициент лежит в пределах 50-60%. Чем выше коэффициент светопередачи, тем меньший требуется уровень видеосигнала для обеспечения необходимой яркости. Однако при этом снижается контрастность изображения в силу снижения перепада между излучающими и неизлучающими участками поверхности экрана. При низком коэффициенте светопередачи улучшаются фокусировка изображения, однако требуется более мощный видеосигнал и соответственно усложняется схема монитора. Конкретное значение коэффициента светопередачи можно найти в документации производителя. Обычно 15-дюймовые мониторы имеют коэффициент светопередачи в пределах 56-58%, а 17-дюймовые — 52-53%.

#### - Горизонтальная развертка

Периодом горизонтальной развертки называют время, за которое луч проходит расстояние от левого до правого края экрана. Соответственно величина, обратная данной, называется частотой горизонтальной развертки и измеряется в килогерцах. При увеличении частоты кадров частота горизонтальной развертки должна быть также увеличена.

#### - Вертикальная развертка

Вертикальной разверткой называется количество обновлений изображения на экране в секунду, этот параметр также называют частотой кадров.

Чем выше величина вертикальной развертки, тем меньше соответственно заметен для глаза эффект смены кадра, который проявляется в мерцании экрана. Считается, что при частоте 75 Гц мерцание практически незаметно для глаза, однако стандарт VESA рекомендует работу на частоте 85 Гц.

#### - Разрешающая способность

Разрешающая способность характеризуется числом пикселов и числом строк. Например, разрешение монитора 1024 x 768 указывает на количество точек в строке — 1024 и на количество строк — 768.

#### - Равномерность

Равномерность определяется постоянством яркости по всей поверхности экрана монитора. Различают «равномерность яркости» и «равномерность белого». Обычно мониторы имеют различную яркость в разных участках экрана. Отношения яркости в областях с максимальным и минимальным значением яркости называют равномерностью распределения яркости. Равномерность белого определяется как различие яркости белого цвета (при выводе изображения белого цвета).

#### - Несведение лучей

Термин «несведение лучей» означает отклонение красного и синего от центрирующего зеленого. Подобное отклонение препятствует получению чистых цветов и четкого изображения. Различают статическое и динамическое несведение. Под первым понимается несведение трех цветов по всей поверхности экрана, которое обычно связано с погрешностями при сборке электронно-лучевой трубки. Динамическое несведение характеризуется погрешностями на краях при четком изображении в центре.

#### - Чистота и четкость изображения

Оптимальной чистоты и четкости изображения можно добиться, когда каждый из RGB-лучей достигает поверхности в точно установленной точке, что обеспечивается при строгой взаимосвязи между электронной пушкой, отверстиями теневой маски и точками люминофора. Смещение луча, смещение центра пушки вперед или назад, а также отклонение луча, вызванное влиянием внешних магнитных полей, — все это может влиять на ухудшение чистоты и четкости изображения.

#### - Муар

Муар — это вид дефекта, который воспринимается глазом как волнообразные разводы изображения, связанные с неправильным взаимодействием теневой маски и сканирующего луча. Фокус и муар являются связанными параметрами для CRT-мониторов, поэтому небольшой муар допускается при хорошем фокусе.

#### - Дрожание

Под дрожанием обычно понимают колебательные изменения изображения с частотой выше 30 Гц. Они могут быть вызваны вибрацией отверстий маски монитора, что, в частности, может быть обусловлено неправильной организацией заземления. При частотах менее 30 Гц употребляется термин «плавание», а ниже 1 Гц — «дрейф». Незначительное дрожание присуще всем мониторам. В соответствии со стандартом ISO допускается диагональное отклонение точки не более чем на 0,1 мм.

#### - Деформация маски

Все мониторы с теневой маской в той или иной степени подвержены искажениям, связанным с термической деформацией маски. Термическое расширение материала, из которого выполнена маска, приводит к ее деформации и соответственно к смещению отверстий маски.

Предпочтительным материалом для маски является инвар — сплав, имеющий малый коэффициент линейного расширения.

#### - Экранное покрытие

Во время работы монитора поверхность его экрана подвергается интенсивной электронной бомбардировке, в результате чего может накапливаться заряд статического электричества. Это приводит к тому, что поверхность экрана “притягивает” большое количество пыли, а кроме того, при прикосновении рукой к заряженному экрану пользователя может неприятно “щелкнуть” слабый электрический разряд. Для уменьшения потенциала поверхности экрана на него наносят специальные проводящие антистатические покрытия, которые в документации обозначают сокращением AS – anti-static.

Следующая цель нанесения покрытий – устранение отражений окружающих предметов в стекле экрана, которые мешают при работе. Это так называемые антиотражающие покрытия (anti-reflection, AR). Для уменьшения эффекта отражения поверхность экрана должна быть матовой. Один из способов получения такой поверхности – травление стекла для получения не зеркального, а диффузного отражения (Диффузным называют отражение, при котором падающий свет отражается не под углом падения, а во все стороны). Однако при этом свет от люминофорных элементов также диффузно рассеивается, изображение становится расплывчатым и теряет яркость. В последнее время для получения антиотражающих покрытий используют тонкий слой двуокиси кремния, на котором травятся профилированные горизонтальные канавки, препятствующие попаданию отражения внешних предметов в поле зрения пользователя (при нормальном положении его около монитора). При этом подбирают такой профиль канавок, чтобы ослабление и рассеивание полезного сигнала было максимальным.

Еще один неблагоприятный фактор, с которым борются путем обработки экрана, - блики от внешних источников света. Для уменьшения этих эффектов на поверхность монитора наносится слой диэлектрика с малым показателем преломления, имеющим низкий коэффициент отражения. Такие покрытия называются антибликовыми или антиореольными (anti-glare, AG).Обычно применяют комбинированные многослойные покрытия, сочетающие защиту от нескольких мешающих факторов. Фирмой Panasonic разработано покрытие, в котором применены все описанные виды покрытий, и оно имеет название AGRAS (anti-glare, anti-reflection, anti-static). Для увеличения интенсивности проходящего полезного света между экранным стеклом и слоем с низким коэффициентом отражения наносится переходной слой, имеющий коэффициент преломления, средний между стеклом и внешним слоем (эффект просветления), обладающий еще и проводящими свойствами для снятия статического заряда.

Иногда используются другие комбинации покрытий – ARAG(anti-reflection, anti-glare) или ARAS (anti-reflection, anti-static). В любом случае покрытия несколько снижают яркость и контрастность изображения и влияют на цветопередачу, однако удобство работы с монитором, получаемое от применения покрытий, окупает эти недостатки. Проверить наличие антибликового покрытия можно визуально, рассматривая отражение от внешнего источника света при выключенном мониторе и сравнивая его с отражением от обычного стекла.

Наличие антибликовых и антистатических покрытий стало нормой для современных мониторов, а некоторые различия в качестве покрытий, определяющие их эффективность и степень искажения изображения, связанные с технологическими особенностями, практически не влияют на выбор модели.

**1.3 Анализ LCD – мониторов**

Процесс развития ЭЛТ - мониторов на данный момент практически остановился. Конечно, иногда еще появляются новые модели, например, с укороченной трубкой или новым антибликовым покрытием, но, несмотря на это, вырождение технологии становится очевидным. К тому же у фирм-производителей нет стимула для дальнейшего совершенствования этих устройств, уже давно объем продаж ЭЛТ - мониторов - строго убывающая величина.

Конструкция и принцип работы LCD – дисплеев.

Матрица - важнейшая часть LCD-монитора, целиком и полностью определяющая качество его изображения. Современные мониторы имеют матрицы трех основных типов:

- TN + film (Twisted Nematic + film**)**, или просто TN - самый старый и недорогой в производстве тип матриц, характеризуется минимальным временем отклика, относительно скромной цветопередачей, небольшими углами обзора с заметным искажением цветов при изменении угла наблюдения (особенно по вертикали), а также невысокой контрастностью. Впрочем, технологии не стоят на месте, и изъяны в качестве изображения современных TN матриц можно обнаружить, только специально отыскивая их. LCD-мониторы с матрицами типа TN хорошо подходят для работы в интернете, с офисными приложениями (преимущественно - текстовыми), для динамичных 3D-игр.

- IPS **(**In-Plane Switching**)** матрицы отличаются наилучшей цветопередачей, обеспечивают среднюю (по современным меркам) контрастность, углы обзора свыше 170° (практически без видимых искажений цветов при уменьшении угла наблюдения, причем как по горизонтали, так и по вертикали), тогда как время реакции пикселей у них оставляет желать лучшего. Однако в настоящее время классические матрицы типа IPS на рынке практически не встречаются, их сменили S-IPS матрицы с относительно малым временем реакции, использующие технологию оverdrive, если и уступающие по этому параметру матрицам типа TN, то немного. Таким образом, у S-IPS матриц остался только один недостаток - достаточно высокая, далеко не всегда оправданная, цена. Исходя из этого мониторы с S-IPS матрицами позиционируются, в основном, для профессиональной работы с графикой или как престижные модели для домашнего использования.

- Матрицы типа \*VA (MVA - Multi-domain Vertical Alignment, PVA - Patterned Vertical Alignment и их разновидности**)** характеризуются высокой контрастностью, достаточно хорошей цветопередачей, широкими углами обзора (не хуже, чем у S-IPS), но по цене обходятся дороже, чем TN. Слабой их стороной, в сравнении с IPS-технологиями, является наличие небольшого цветового сдвига при отклонении от нормали к экрану, особенно в темных оттенках изображения. В современных матрицах A-MVA (Advanced MVA) и S-PVA (Super PVA) данный эффект менее заметен, но окончательно не изжит. По совокупности своих параметров матрицы этого типа занимают промежуточное положение между высококачественными, но слишком дорогими S-IPS матрицами и дешевыми середнячками типа TN и, дополненные технологией Overdrive (без нее \*VA мониторы практически непригодны для динамичных игр), могут стать хорошим компромиссным решением в качестве универсального домашнего монитора.

Экраны LCD-мониторов сделаны из вещества цианофенил, которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул.

Как ни странно, но жидкие кристаллы старше ЭЛТ почти на десять лет, первое описание этих веществ было сделано еще в 1888 г. Однако долгое время никто не знал, как их применить на практике: есть такие вещества и все, и никому, кроме физиков и химиков, они не были интересны. Итак, жидкокристаллические материалы были открыты еще в 1888 году австрийским ученым Ф. Ренитцером, но только в 1930-м исследователи из британской корпорации Marconi получили патент на их промышленное применение. Впрочем, дальше этого дело не пошло, поскольку технологическая база в то время была еще слишком слаба. Первый настоящий прорыв совершили ученые Фергесон (Fergason) и Вильямс (Williams) из корпорации RCA (Radio Corporation of America). Один из них создал на базе жидких кристаллов термодатчик, используя их избирательный отражательный эффект, другой изучал воздействие электрического поля на нематические кристаллы. И вот в конце 1966 г. корпорация RCA продемонстрировала прототип LCD-монитора – цифровые часы. Значительную роль в развитии LCD-технологии сыграла корпорация Sharp. Она и до сих пор находится в числе технологических лидеров. Первый в мире калькулятор CS10A был произведен в 1964 г. именно этой корпорацией. В октябре 1975 г. уже по технологии TN LCD были изготовлены первые компактные цифровые часы. Во второй половине 70-х начался переход от восьмисегментных жидкокристаллических индикаторов к производству матриц с адресацией каждой точки. Так, в 1976 г. Sharp выпустила черно-белый телевизор с диагональю экрана 5,5 дюйма, выполненного на базе LCD-матрицы разрешением 160х120 пикселов.

Работа ЖКД основана на явлении поляризации светового потока. Известно, что так называемые кристаллы поляроиды способны пропускать только ту составляющую света, вектор электромагнитной индукции которой лежит в плоскости, параллельной оптической плоскости поляроида. Для оставшейся части светового потока поляроид будет непрозрачным. Таким образом поляроид как бы "просеивает" свет, данный эффект называется поляризацией света. Когда были изучены жидкие вещества, длинные молекулы которых чувствительны к электростатическому и электромагнитному полю и способны поляризовать свет, появилась возможность управлять поляризацией. Эти аморфные вещества за их схожесть с кристаллическими веществами по электрооптическим свойствам, а также за способность принимать форму сосуда, назвали жидкими кристаллами.

Основываясь на этом открытии и в результате дальнейших исследований, стало возможным обнаружить связь между повышением электрического напряжения и изменением ориентации молекул кристаллов для обеспечения создания изображения. Первое свое применение жидкие кристаллы нашли в дисплеях для калькуляторов и в электронных часах, а затем их стали использовать в мониторах для портативных компьютеров. Сегодня, в результате прогресса в этой области, начинают получать все большее распространение LCD-дисплеи для настольных компьютеров.

Экран LCD монитора представляет собой массив маленьких сегментов (называемых пикселями), которыми можно манипулировать для отображения информации. LCD монитор имеет несколько слоев, где ключевую роль играют две панели, сделанные из свободного от натрия и очень чистого стеклянного материала, называемого субстрат или подложка, которые собственно и содержат тонкий слой жидких кристаллов между собой (см. приложение №4, рис. 8). На панелях имеются бороздки, которые направляют кристаллы, сообщая им специальную ориентацию. Бороздки расположены таким образом, что они параллельны на каждой панели, но перпендикулярны между двумя панелями. Продольные бороздки получаются в результате размещения на стеклянной поверхности тонких пленок из прозрачного пластика, который затем специальным образом обрабатывается. Соприкасаясь с бороздками, молекулы в жидких кристаллах ориентируются одинаково во всех ячейках. Молекулы одной из разновидностей жидких кристаллов (нематиков) при отсутствии напряжения поворачивают вектор электрического (и магнитного) поля в световой волне на некоторый угол в плоскости, перпендикулярной оси распространения пучка. Нанесение бороздок на поверхность стекла позволяет обеспечить одинаковый угол поворота плоскости поляризации для всех ячеек. Две панели расположены очень близко друг к другу. Жидкокристаллическая панель освещается источником света (в зависимости от того, где он расположен, жидкокристаллические панели работают на отражение или на прохождение света).

Плоскость поляризации светового луча поворачивается на 90° при прохождении одной панели.

При появлении электрического поля, молекулы жидких кристаллов частично выстраиваются вертикально вдоль поля, угол поворота плоскости поляризации света становится отличным от 90 градусов и свет беспрепятственно проходит через жидкие кристаллы.

Поворот плоскости поляризации светового луча незаметен для глаза, поэтому возникла необходимость добавить к стеклянным панелям еще два других слоя, представляющих собой поляризационные фильтры. Эти фильтры пропускают только ту компоненту светового пучка, у которой ось поляризации соответствует заданному. Поэтому при прохождении поляризатора пучок света будет ослаблен в зависимости от угла между его плоскостью поляризации и осью поляризатора. При отсутствии напряжения ячейка прозрачна, так как первый поляризатор пропускает только свет с соответствующим вектором поляризации. Благодаря жидким кристаллам вектор поляризации света поворачивается, и к моменту прохождения пучка ко второму поляризатору он уже повернут так, что проходит через второй поляризатор без проблем (см. приложение Д, рис. 9).

В присутствии электрического поля поворота вектора поляризации происходит на меньший угол, тем самым второй поляризатор становится только частично прозрачным для излучения. Если разность потенциалов будет такой, что поворота плоскости поляризации в жидких кристаллах не произойдет совсем, то световой луч будет полностью поглощен вторым поляризатором, и экран при освещении сзади будет спереди казаться черным, т.к. лучи подсветки поглощаются в экране полностью (см. приложение Д, рис. 10). Если расположить большое число электродов, которые создают разные электрические поля в отдельных местах экрана (ячейки), то появится возможность при правильном управлении потенциалами этих электродов отображать на экране буквы и другие элементы изображения. Электроды помещаются в прозрачный пластик и могут иметь любую форму. Технологические новшества позволили ограничить их размеры величиной маленькой точки, соответственно на одной и той же площади экрана можно расположить большее число электродов, что увеличивает разрешение LCD монитора, и позволяет нам отображать даже сложные изображения в цвете. Для вывода цветного изображения необходима подсветка монитора сзади, таким образом, чтобы свет исходил из задней части LCD дисплея. Это необходимо для того, чтобы можно было наблюдать изображение с хорошим качеством, даже если окружающая среда не является светлой. Цвет получается в результате использования трех фильтров, которые выделяют из излучения источника белого света три основные компоненты. Комбинируя три основные цвета для каждой точки или пикселя экрана, появляется возможность воспроизвести любой цвет.

Вообще-то в случае с цветом несколько возможностей: можно сделать несколько фильтров друг за другом (приводит к малой доле проходящего излучения), можно воспользоваться свойством жидкокристаллической ячейки - при изменении напряженности электрического поля угол поворота плоскости поляризации излучения изменяется по-разному для компонент света с разной длиной волны. Эту особенность можно использовать для того, чтобы отражать (или поглощать) излучение заданной длины волны (проблема состоит в необходимости точно и быстро изменять напряжение). Какой именно механизм используется, зависит от конкретного производителя. Первый метод проще, второй эффективнее.

Первые LCD дисплеи были очень маленькими, около 8 дюймов, в то время как сегодня они достигли 15" размеров для использования в ноутбуках, а для настольных компьютеров производятся 20" и более LCD мониторы. Вслед за увеличением размеров следует увеличение разрешения, следствием чего является появление новых проблем, которые были решены с помощью появившихся специальных технологий, все это мы опишем далее. Одной из первых проблем была необходимость стандарта в определении качества отображения при высоких разрешениях. Первым шагом на пути к цели было увеличение угла поворота плоскости поляризации света в кристаллах с 90° до 270° с помощью STN технологии.

Технологии, улучшающие качество LCD-мониторов.

Технология STN.

STN - это сокращение, означающее "Super Twisted Nematic".Технология STN позволяет увеличить торсионный угол (угол кручения) ориентации кристаллов внутри LCD дисплея с 90° до 270°, что обеспечивает лучшую контрастность изображения при увеличении размеров монитора.

Часто STN ячейки используются в паре. Такая конструкция называется DSTN (Double Super Twisted Nematic), в которой одна двухслойная DSTN-ячейка состоит из двух STN-ячеек, молекулы которых при работе поворачиваются в противоположные стороны. Свет, проходя через такую конструкцию в "запертом" состоянии, теряет большую часть своей энергии. Контрастность и разрешающая способность DSTN достаточно высокая, поэтому появилась возможность изготовить цветной дисплей, в котором на каждый пиксель приходится три ЖК-ячейки и три оптических фильтра основных цветов. Цветные дисплеи не способны работать от отраженного света, поэтому лампа задней подсветки - их обязательный атрибут. Для сокращения габаритов лампа находится с боку, а напротив нее зеркало, поэтому большинство LCD-матриц в центре имеют яркость выше, чем по краям (это не относится к настольным ЖК мониторам).

Также STN ячейки используются в режиме TSTN (Triple Super Twisted Nematic), когда два тонких слоя полимерной пленки добавляются для улучшения цветопередачи цветных дисплеев или для обеспечения хорошего качества монохромных мониторов.

Термин пассивная матрица (passive matrix) появился в результате разделения монитора на точки, каждая из которых, благодаря электродам, может задавать ориентацию плоскости поляризации луча, независимо от остальных, так что в результате каждый такой элемент может быть подсвечен индивидуально для создания изображения. Матрица называется пассивной, потому что технология создания LCD дисплеев, которая была описана выше, не может обеспечить быструю смену информации на экране. Изображение формируется строка за строкой путем последовательного подвода управляющего напряжения на отдельные ячейки, делающего их прозрачными. Из-за довольно большой электрической емкости ячеек напряжение на них не может изменяться достаточно быстро, поэтому обновление картинки происходит медленно. Такой дисплей имеет много недостатков с точки зрения качества, потому что изображение не отображается плавно и дрожит на экране. Маленькая скорость изменения прозрачности кристаллов не позволяет правильно отображать движущиеся изображения.

Для решения части вышеописанных проблем применяют специальные технологии, Для улучшения качества динамического изображения было предложено увеличить количество управляющих электродов. То есть вся матрица разбивается на несколько независимых подматриц (Dual Scan DSTN - два независимых поля развертки изображения), каждая из которых содержит меньшее количество пикселей, поэтому поочередное управление ими занимает меньше времени. В результате чего можно сократить время инерции ЖК.

Также лучших результатов с точки зрения стабильности, качества, разрешения, гладкости и яркости изображения можно добиться, используя экраны с активной матрицей, которые, впрочем, стоят дороже.

В активной матрице (active matrix) используются отдельные усилительные элементы для каждой ячейки экрана, компенсирующие влияние емкости ячеек и позволяющие значительно уменьшить время изменения их прозрачности. Активная матрица (active matrix) имеет массу преимуществ по сравнению с пассивной матрицей. Например, лучшая яркость и возможность смотреть на экран даже с отклонением до 45° и более (т.е. при угле обзора 120°-140°) без ущерба качеству изображения, что невозможно в случае с пассивной матрицей, которая позволяет видеть качественное изображение только с фронтальной позиции по отношению к экрану. Заметим, что дорогие модели LCD мониторов с активной матрицей обеспечивают угол обзора в 160°, и есть все основания предполагать, что технология будет совершенствоваться и в дальнейшем. Активная матрица может отображать движущиеся изображения без видимого дрожания, так как время реакции дисплея с активной матрицей около 50 мс против 300 мс для пассивной матрицы, кроме того, контрастность мониторов с активной матрицей выше, чем у ЭЛТ-мониторов. Следует отметить, что яркость отдельного элемента экрана остается неизменной на всем интервале времени между обновлениями картинки, а не представляет собой короткий импульс света, излучаемый элементом люминофором ЭЛТ-монитора сразу после похождения по этому элементу электронного луча. Именно поэтому для LCD мониторов достаточной является частота вертикальной развертки, равная 60 Гц.

Функциональные возможности LCD мониторов с активной матрицей почти такие же, как у дисплеев с пассивной матрицей. Разница заключается в матрице электродов, которая управляет ячейками жидких кристаллов дисплея. В случае с пассивной матрицей разные электроды получают электрический заряд циклическим методом при построчном обновлении дисплея, а в результате разряда емкостей элементов изображение исчезает, так как кристаллы возвращаются к своей изначальной конфигурации. В случае с активной матрицей к каждому электроду добавлен запоминающий транзистор, который может хранить цифровую информацию (двоичные значения 0 или 1) и в результате изображение сохраняется до тех пор, пока не поступит другой сигнал. Частично проблема отсрочки затухания изображения в пассивных матрицах решается за счет использования большего числа жидкокристаллических слоев для увеличения пассивности и уменьшения перемещений, теперь же, при использовании активных матриц появилась возможность сократить число жидкокристаллических слоев. Запоминающие транзисторы должны производиться из прозрачных материалов, что позволит световому лучу проходить сквозь них, а значит, транзисторы можно располагать на тыльной части дисплея, на стеклянной панели, которая содержит жидкие кристаллы. Для этих целей используются пластиковые пленки, называемые "Thin Film Transistor" (или просто TFT).

Технология TFT.

Thin Film Transistor (TFT), т.е. тонкопленочный транзистор - это те управляющие элементы, при помощи которых контролируется каждый пиксель на экране. Тонкопленочный транзистор действительно очень тонкий, его толщина 0,1 - 0,01 микрона.

В первых TFT-дисплеях, появившихся в 1972г., использовался селенид кадмия, обладающий высокой подвижностью электронов и поддерживающий высокую плотность тока, но со временем был осуществлен переход на аморфный кремний (a-Si), а в матрицах с высоким разрешением используется поликристаллический кремний (p-Si).

Технология создания TFT очень сложна, при этом имеются трудности с достижением приемлемого процента годных изделий из-за того, что число используемых транзисторов очень велико. Заметим, что монитор, который может отображать изображение с разрешением 800х600 пикселей в SVGA режиме и только с тремя цветами имеет 1440000 отдельных транзисторов.

Производители устанавливают нормы на предельное количество транзисторов, которые могут быть нерабочими в LCD дисплее. Правда, у каждого производителя свое мнение о том, какое количество транзисторов могут не работать.

Пиксель на основе TFT устроен следующим образом: в стеклянной пластине друг за другом интегрировано три цветных фильтра (красный, зеленый и синий). Каждый пиксель представляет собой комбинацию трех цветных ячеек или субпиксельных элементов (см. приложение Ж, рис. 11). Это означает, например, что у дисплея, имеющего разрешение 1280x1024, существует ровно 3840x1024 транзистора и субпиксельных элемента. Размер точки (пикселя) для 15.1" дисплея TFT (1024x768) приблизительно равен 0.0188 дюйма (или 0.30 мм), а для 18.1" дисплея TFT - около 0.011 дюйма (или 0.28 мм).

TFT обладают рядом преимуществ перед ЭЛТ-мониторами, среди которых - пониженное потребление энергии и теплоотдача, плоский экран и отсутствие следа от движущихся объектов. Последние разработки позволяют получить изображение более высокого качества, чем обычные TFT.

Совсем недавно специалистами компании Hitachi была создана новая технология многослойных ЖК-панелей Super TFT, которая значительно увеличила угол уверенного обзора ЖК панели. Технология Super TFT использует простые металлические электроды, установленные на нижней стеклянной пластине и заставляет молекулы вращаться, постоянно находясь в плоскости, параллельной плоскости экрана. Так как кристаллы обычной ЖК-панели поворачиваются к поверхности экрана оконечностями, то такие ЖКД более зависимы от угла зрения, чем ЖК-панели Hitachi с технологией Super TFT, в результате изображение на дисплее остается ярким и четким даже при больших углах обзора, достигая качества, сопоставимого с изображением на ЭЛТ-экране.

Некоторые параметры, определяющие качество LCD-монитора:

- Разрешение монитора.

Разрешение любого дисплея - это полное количество пикселей, формирующих изображение. Например, разрешение 1280 х 1024 означает, что изображение состоит из 1024 строк по 1280 точек в каждой. Чем выше разрешение, тем, естественно, более четким получается изображение.

Что касается разрешения LCD-дисплеев, то оно является единственным, его еще называют native, оно соответствует максимальному физическому разрешению CRT-мониторов. Именно в native разрешении LCD-монитор воспроизводит изображение лучше всего. Это разрешение определяется размером пикселей, который у LCD-монитора фиксирован. Например, если LCD-монитор имеет native разрешение 1024x768, то это значит, что на каждой из 768 линий расположено 1024 электродов, читай: пикселей. При этом есть возможность использовать и более низкое, чем native, разрешение. Для этого есть два способа. Первый называется "Centering" (центрирование); суть метода в том, что для отображения изображения используется только то количество пикселей, которое необходимо для формирования изображения с более низким разрешением. В результате изображение получается не во весь экран, а только в середине. Все неиспользуемые пиксели остаются черными, т.е. вокруг изображения образуется широкая черная рамка.

Второй метод называется "Expansion" (растяжение). Суть его в том, что при воспроизведении изображения с более низким, чем native, разрешением используются все пиксели, т.е. изображение занимает весь экран. Однако, из-за того, что изображение растягивается на весь экран, возникают небольшие искажения, и ухудшается резкость.

Сегодня каких-либо официальных стандартов обозначения разрешений дисплеев не существует, однако сложилась и успешно развивается полуофициальная система подобных наименований (см. приложение Е, таблица 1.1.).

#### - Угол обзора.

Пропускная способность жидкого кристалла зависит от угла наклона падающего света. Поэтому если смотреть на LCD-дисплей не строго перпендикулярно, а сбоку, то происходит затемнение изображения или искажение цвета. Некоторые фирмы предлагают различные технологии для устранения этого эффекта. В Apple Studio Display, например, используют особое пленочное покрытие, которое увеличивает качество изображения при «боковом» чтении. Существуют и другие технологии, однако в целом ряде случаев приемы, увеличивающие угол обзора, снижают динамические параметры отображения информации. Небольшой угол обзора — это серьезная проблема, и стоит она тем острее, чем больше размер экрана. По свидетельству основных производителей, сегодняшняя технология позволяет увеличить этот угол до 140-150° в горизонтальной и 120° — в вертикальной плоскости.

#### - Степень интерференции

Интерференция проявляется за счет влияния активизированных пикселов на соседние пассивные. Это явление в меньшей степени проявляется в мониторах с активной матрицей и в большей — в мониторах с пассивной матрицей.

#### - Яркость

Яркость дисплея определяется яркостью заднего освещения и пропускной способностью панели. Пропускная способность жидкого кристалла мала, поэтому для увеличения яркости изображения применяют апертурную решетку с большим относительным отверстием и цветовые фильтры с высокой пропускной способностью.

- Контрастность.

Контрастность LCD-монитора определяется отношением яркостей между самым ярким белым и самым темным черным цветом. Хорошим контрастным соотношением считается 120:1, что обеспечивает воспроизведение живых насыщенных цветов. Контрастное соотношение 300:1 и выше используется тогда, когда требуется точное отображение черно-белых полутонов.

Сравнительные характеристики ЭЛТ и ЖК – мониторов представлены в таблице 1.2. (см приложение К).

**1.4 Плазменные дисплеи**

Коммерческий цикл любого изобретения не вечен, и производители, запустившие массовое производство LCD-мониторов, готовят следующее поколение технологий отображения информации. Устройства, которые придут на смену жидкокристаллическим, находятся на разных стадиях развития. Некоторые, такие, как LEP (Light Emitting Polymer — светоизлучающие полимеры), только выходят из научных лабораторий, а другие, например на основе плазменной технологии, уже представляют собой законченные коммерческие продукты.

Размер всегда был главным препятствием при создании широкоэкранных мониторов. Мониторы размером больше 24 дюймов, созданные с использованием ЭЛТ технологии, слишком тяжелые и громоздкие. ЖК-мониторы — плоские и легкие, но экраны, размер которых больше 20 дюймов, обладают слишком высокой себестоимостью. Плазменная технология нового поколения идеально подходит для создания больших экранов. Она позволяет выпускать плоские и легкие мониторы глубиной всего 9 сантиметров. Поэтому, несмотря на большой экран, они могут быть установлены в любом месте — на стене, под потолком, на столе.

Благодаря широкому углу обзора изображение видно с любой точки. И что самое главное, плазменные мониторы способны передать цвет и резкость, которые раньше были недостижимы при таком размере экрана.

Идея использования газового разряда в средствах отображения не нова. Подобные устройства выпускались много лет назад в СССР в Рязани в НПО «Плазма». Однако размер элемента изображения был достаточно велик, так что для получения приличного изображения было нужно создавать огромные табло. Изображение было некачественным, передавалось мало цветов, устройства были крайне ненадежными.

За рубежом исследования и разработки в области этой технологии начались еще в начале 60-х годов. Еще лет пятьдесят назад было открыто одно интересное явление. Как оказалось, если катод заострить на манер швейной иглы, то электромагнитное поле в состоянии самостоятельно «выдергивать» из него свободные электроны. Необходимо только подать напряжение. По такому принципу работают лампы дневного света. Вылетающие электроны ионизируют инертный газ, чем заставляют его светиться. Трудность заключалась лишь в отработке технологии получения таких игольчатых матриц. Ее решили в Университете штата Иллинойс в 1966 году. В начале семидесятых годов компания Owens-Illinois довела проект до коммерческого состояния. В восьмидесятых годах эту идею пытались воплотить в реальный коммерческий продукт компании Burroughs и IBM, но тогда еще безуспешно.

Надо сказать, что идея плазменной панели появилась вовсе не из чисто научного интереса. Ни одна из существовавших технологий не могла справиться с двумя простыми задачами: добиться высококачественной цветопередачи без неизбежной потери яркости и создать телевизор с широким экраном, чтобы он при этом не занимал всю площадь комнаты. А плазменные панели (PDP), тогда только теоретически, подобную задачу как раз могли решить. Первое время опытные плазменные экраны были монохромными (оранжевыми) и могли удовлетворить спрос только специфических потребителей, которым требовалась, прежде всего, большая площадь изображения. Поэтому первую партию PDP (около тысячи штук) купила Нью-йоркская фондовая биржа.

Направление плазменных мониторов возродилось после того, как стало окончательно ясно, что ни ЖК-мониторы, ни ЭЛТ не в состоянии недорого обеспечить получение экранов с большими диагоналями (более двадцати одного дюйма). Поэтому лидирующие производители бытовых телевизоров и компьютерных мониторов, такие, как Hitachi, NEC и другие, вновь вернулись к PDP. В область плазменной технологии также обратили свои взоры и корейские компании «второй мировой линии», среди которых, например, Fujitsu, производящая более дешевую электронику, что тут же внесло остроту конкуренции. Сейчас Fujitsu, Hitachi, Matsushita, Mitsubishi, NEC, Pioneer и другие производят плазменные мониторы с диагональю 40 дюймов и более.

Принцип работы плазменной панели состоит в управляемом холодном разряде разреженного газа (ксенона или неона), находящегося в ионизированном состоянии (холодная плазма). Рабочим элементом (пикселем), формирующим отдельную точку изображения, является группа из трех субпикселей, ответственных за три основных цвета соответственно. Каждый субпиксель представляет собой отдельную микрокамеру, на стенках которой находится флюоресцирующее вещество одного из основных цветов (см. приложение Л, рис. 12). Пиксели находятся в точках пересечения прозрачных управляющих хром-медь-хромовых электродов, образующих прямоугольную сетку.

Для того, чтобы «зажечь» пиксель, происходит приблизительно следующее. На питающий и управляющий электроды, ортогональные друг другу, в точке пересечения которых находится нужный пиксель, подается высокое управляющее переменное напряжение прямоугольной формы. Газ в ячейке отдает большую часть своих валентных электронов и переходит в состояние плазмы. Ионы и электроны попеременно собираются у электродов, по разные стороны камеры, в зависимости от фазы управляющего напряжения. Для «поджига» на сканирующий электрод подается импульс, одноименные потенциалы складываются, и вектор электростатического поля удваивает свою величину. Происходит разряд — часть заряженных ионов отдает энергию в виде излучения квантов света в ультрафиолетовом диапазоне (в зависимости от газа). В свою очередь, флюоресцирующее покрытие, находясь в зоне разряда, начинает излучать свет в видимом диапазоне, который и воспринимает наблюдатель. 97% ультрафиолетовой составляющей излучения, вредного для глаз, поглощается наружным стеклом. Яркость свечения люминофора определяется величиной управляющего напряжения.

Высокая яркость до 650 кд/м2 и контрастность до 3000:1 наряду с отсутствием дрожания являются большими преимуществами таких мониторов (для сравнения: у професионального ЭЛТ-монитора яркость равна приблизительно 350 кд/м2, а у телевизора — от 200 до 270 кд/м2 при контрастности от 150:1 до 200:1). Высокая четкость изображения сохраняется на всей рабочей поверхности экрана. Кроме того, угол по отношению к нормали, под которым увидеть нормальное изображение на плазменных мониторах, существенно больше, чем у LCD-мониторов. К тому же плазменные панели не создают магнитных полей (что служит гарантией их безвредности для здоровья), не страдают от вибрации, как ЭЛТ-мониторы, а их небольшое время регенерации позволяет использовать их для отображения видео- и телесигнала. Отсутствие искажений и проблем сведения электронных лучей и их фокусировки присуще всем плоскопанельным дисплеям. Необходимо отметить и стойкость PDP-мониторов к электромагнитным полям, что позволяет использовать их в промышленных условиях — даже мощный магнит, помещенный рядом с таким дисплеем, никак не повлияет на качество изображения. В домашних же условиях на монитор можно поставить любые колонки, не опасаясь возникновения цветных пятен на экране.

Главными недостатками такого типа мониторов является довольно высокая потребляемая мощность, возрастающая при увеличении диагонали монитора и низкая разрешающая способность, обусловленная большим размером элемента изображения. Кроме этого, свойства люминофорных элементов быстро ухудшаются, и экран становится менее ярким. Поэтому срок службы плазменных мониторов ограничен 10000 часами (это около 5 лет при офисном использовании). Из-за этих ограничений, такие мониторы используются пока только для конференций, презентаций, информационных щитов, то есть там, где требуются большие размеры экранов для отображения информации. Однако есть все основания предполагать, что в скором времени существующие технологические ограничения будут преодолены, а при снижении стоимости, такой тип устройств может с успехом применяться в качестве телевизионных экранов или мониторов для компьютеров.

Неплохие перспективы PDP связывают с относительно низкими требованиями к производственным условиям; в отличие от TFT-матриц PDP-экраны можно изготовлять в условиях низких температур методом прямой печати.

Практически каждый производитель плазменных панелей добавляет к классической технологии некоторые собственные ноу-хау, улучшающие цветопередачу, контрастность и управляемость. В частности, NEC предлагает технологию капсулированного цветового фильтра (CCF), отсекающего ненужные цвета, и методику повышения контрастности за счет отделения пикселей друг от друга черными полосами (такая же технология используется Pioneer). В мониторах Pioneer также используются технология Enhanced Cell Structure, суть которой в увеличении площади люминофорного пятна, и новая химическая формула голубого люминофора, который дает более яркое свечение, и, соответственно, повышает контрастность. Компания Samsung разработала конструкцию монитора повышенной управляемости — панель разделена на 44 участка, каждый из которых имеет собственный электронный блок управления.

Компании Sony, Sharp и Philips совместно разрабатывают технологию PALC (Plasma Addressed Liquid Crystal), которая должна соединить в себе преимущества плазменных и LCD экранов с активной матрицей. Дисплеи, созданные на основе данной технологии, сочетают в себе преимущества жидких кристаллов (яркость и сочность цветов, контрастность) с большим углом видимости и высокой скоростью обновления плазменных панелей. В качестве регулятора яркости в этих дисплеях используются газоразрядные плазменные ячейки, а для цветовой фильтрации применяется ЖК-матрица. Технология PALC позволяет адресовать каждый пиксель дисплея по отдельности, а это означает непревзойденную управляемость и качество изображения. Первые образцы на основе технологии PALC появились в 1998 году.

Можно привести несколько удачных примеров использования плазменных мониторов. В торговом центре в Осло установлено 70 дисплеев, на которых покупают рекламное время небольшие магазинчики. Там PDP-мониторы окупили себя за 2,5 месяца. Используют их и в аэропортах. В частности, в Вашингтоне они установлены в зале прилета. Благодаря своей динамичности такой способ подачи информации привлекает гораздо больше внимания, чем традиционные табло. Есть опыт применения плазменных мониторов и в ресторанах McDonalds. Различные телевизионные компании, например CBS, NBC, BBS, MTV и российская НТВ используют в оформлении своих студий PDP-мониторы. Это связано с тем, что высокая частота обновления позволяет вести съемку PDP-дисплея обычной камерой, и при этом не возникает мерцания или стробоскопического эффекта.

**1.5 Перспективы развития видеотерминальных устройств**

Стереоскопические 3-D дисплеи.

Идея создания устройств, обеспечивающих воспроизведение 3D объектов, существует уже более 30 лет. Естественная трансформация черно-белой картинки в цветную, моно звука в стерео звук, оставляют инженерам последнюю задачу – превращение 2D в 3D.

Чтобы понять, как работают стереоскопические дисплеи, сначала необходимо разобраться в том, как устроено человеческое пространственное зрение. Это открытие было сделано ещё в XIX. Дело в том, что восприятие пространства связано с расстоянием между глазами. Поэтому любой объект каждый глаз видит под несколько другим углом (см. приложение М, рис. 13).

Посмотрите на один из углов вашего монитора, закрыв один глаз. Затем повторите эту же процедуру для другого глаза. Угол будет как бы перемещаться вправо-влево. То есть перспектива для каждого глаза немного отличается. С помощью этой разницы мозг высчитывает расстояние до объекта, а затем строит его трёхмерное пространственное представление.

Однако не у каждого есть подобная возможность. Некоторые люди не обладают стереоскопическим зрением из-за разной фокусировки глаз, аномалий зрачка или других причин. В этом случае мозг тоже адаптируется, используя другие способы для создания пространственной картины.

Компьютерный экран плоский. Поэтому создать на нём реалистичную трёхмерную картинку без технологических трюков или специальных устройств невозможно - ведь дисплей даёт картинку, которую оба глаза видят одинаково. Как мы уже говорили ранее, для трёхмерного восприятия оба глаза должны смотреть на объект под немного разными углами. То есть трюк заключается в том, чтобы каждый глаз получил свою картинку, несмотря на то, что зритель будет смотреть на одну и ту же поверхность.

Хотя в прошлые годы появились различные способы вывода 3D-сцены на 2D-плоскости, ни один из них так и не получил широкого применения - по крайней мере, в сфере бытовой электроники.

Авто-стереоскопические дисплеи.

Авто-стереоскопические (autostereoscopic) дисплеи способны создавать 3D-эффект без помощи каких-либо дополнительных устройств типа очков. Производители решили опереться на оптические эффекты, которые позволяют направлять лучи монитора напрямую в глаза зрителя. Если голова зрителя находится в определённом положении перед монитором, в так называемой стерео-зоне, то он получит 3D-картинку (см. приложение М, рис.14).

В данном случае эффект достигается даже с помощью обычного ЖК-дисплея, если добавить на него специальную пластину с линзами, разработанную для данной конкретной модели. Линзы Френеля преломляют свет таким образом, чтобы каждый глаз зрителя получал только одну колонку пикселей. К примеру, левый глаз будет видеть все чётные колонки, а правый - все нечётные. Соответствующее программное обеспечение подготавливает стерео-картинку для такого монитора. В итоге пользователь получает реалистичную 3D-картинку, если находится в определённой области перед экраном. И без каких-либо дополнительных устройств (см. приложение Н, рис.15).

К сожалению, эта технология тоже имеет свои недостатки. Во-первых, она страдает из-за уменьшенного горизонтального разрешения. Дисплей с "родным" разрешением 1600x1200 даст всего 800x1200 пикселей, так как каждый глаз будет видеть только чётные или нечётные пиксели. Мозг действительно будет комбинировать половинки в стереоскопическую картину, но от уменьшения разрешения деться будет некуда. Кроме того, подобный дисплей неспособен выводить обычную 2D-картинку, так как линзы всегда будут разлагать изображение на стереоскопическое. Третий большой недостаток связан с размерами стерео-зоны. Если голова уходит за пределы зоны, то картинка становится инвертированной

Параллельно с автостереоскопическими системами развивались различные устройства виртуальной реальности (шлемы, очки). В них использовались либо подача стерео пар на оба глаза пользователя, либо чередование левых-правых изображений (shattering). Чередование изображений наиболее простой способ, поэтому очки такого рода достаточно дешевы. Однако, чередование дает лишь небольшой эффект 3D, основанный на способности нашего мозга "додумывать" детали изображений. Шлемы или очки виртуальной реальности, с подачей правого и левого ракурса на соответствующие глаза, стоят дороже , но и качество обеспечивают выше. Кроме того, системы виртуальной реальности сильнее изолируют пользователя от окружающего мира (хотя это может рассматриваться и как недостаток). Наибольшей проблемой очков и шлемов является психологический дискомфорт пользователя, поскольку глаза человека обладают свойством фокусироваться на ближайшей плоской поверхности и в то же время сходится на предмете наблюдения. В реальном мире эти два противонаправленных процесса находятся компромисс. В системах виртуальной реальности такой компромисс практически невозможен.

В целом большинство систем генерации 3D изображений:

- не обеспечивают достаточного качества 3D изображений (разрешение, угол обзора);

- не обеспечивают легкости перехода 2D – ЗD и обратно;

- достаточно дороги для индивидуального пользователя;

- требуют создания специального контента.

Имея десятилетний опыт в оптике и голографии, специалисты компании НейрОК четко осознавали ограниченность имеющихся подходов. Поэтому, как обычно принято в России, мы решили пойти "своим путем". В качестве средства обмануть природу была выбрана математика, а в качестве железа были взяты две ЖК панели расположенные одна за другой.

Далее задача стояла так: выпустить с каждой из панелей такой свет, чтобы результирующее световое поле было почти таким же, как у реального объекта. Точно эту задачу решить никогда нельзя – ограничения той же математики. В качества алгоритма решающего эту задачу приближенно были выбраны нейросети. Нейросети – это специальный класс алгоритмов, работающий по образу и подобию человеческого мозга и хорошо решающий задачи в области распознавания образов и приближенного моделирования.

Нейросеть запрограммировали таким образом, что бы она рассчитывала специальные картинки для каждой из ЖК панелей (в принципе, их может быть и более двух). Далее свет, проходя сквозь эти картинки, генерирует светового поле, в целом схожее со световым полем реального объекта. Существуют следующие важные свойства системы.

Система обеспечивает нормальное качество 3D изображения. Поскольку обе ЖК панели активны, информация не теряется и разрешение 3D картинки такое же, как и разрешение 2D. Кроме того, поскольку мы генерируем световое поле, а не стерео пары для левого и правого глаза. Можно качать головой влево и вправо без проблем (но пока еще есть ограничение в пределах 30 – 40 градусов) или играть в игру вместе с другом за одним монитором. Причем в игре, допустим гонки на машинах, для двух играющих экран обычного монитора разделяется по горизонтали – так называемый split screen. А с использованием 3D монитора, каждый играющий сможет видеть полноразмерную собственную картинку, так как одной из возможностей использования 3D монитора является формирование под разными углами обзора монитора разных изображений.

Можно также использовать 3D дисплей, как 2D, просто выключив переднюю панель. Объемное изображение может быть расположено как за, так и перед панелями. Однако, положение изображения всегда рассчитывается с учетом "реальности". Планируется также добавить в будущем в систему дополнительный блок, следящий не за головой пользователя, а за направлением фокусировки его глаз для улучшения качества показа картинки.

Система относительно дешева – от обычного ЖК монитора ее отличает только дополнительная панель, что при нынешних постоянно снижающихся ценах на ЖК панели не критично. Так как изготовление одного сдвоенного монитора требует меньше ресурсов, чем изготовление двух обычных LCD, то предварительные оценки дают увеличение стоимости сдвоенного LCD монитора на 30% по сравнению с обычной LCD панелью.

Голографические дисплеи.

Голографические 3D дисплеи (далее H3D) воспроизводят непрерывное световое поле, соответствующее световому полю реальной 3D сцены. Однако, современная техника немыслима без цифровой обработки сигналов, стало быть, любая непрерывная функция с некоторой точностью апроксимируется рядом дискретных значений.

Обычно, когда речь заходит о H3D, имеют в виду устройство, способное воспроизводить на некоемом материале подобие традиционной голограммы, то есть вычислять и отображать фиксируемую ей в виде дифракционных структур интерференционную картину светового поля, причем делать это в реальном времени. Такой подход не учитывает, что каждый малый участок голограммы представляет из себя дифракционную решетку, выполняющую роль отклоняющего элемента и нет нужды каждый раз, когда нужно изменить угол отклонения луча, рассчитывать и отображать ее. Самое удивительное, что есть ученые, разрабатывающие это финансово и информационно сверхзатратное направление. Например, американцы из Массачусетского технологического разработали прототип, в котором воспроизводится изображение, рассчитанное на компьютере (см. приложение Н, рис.16, приложение О, рис.17). Голограмма формируется с помощью акустооптического модулятора: луч лазера модулируется акустическими колебаниями, воздействующими на кристалл, который расположен перед фокусирующей линзой.

Прорисовка изображения выполняется механической зеркальной разверткой. Для монохромной картинки размером 15 x 15 x 20 см требуется поток данных около 2 гигапикселов в секунду. Японцы пытаются воспроизводить голограммы с помощью проекционных LCD матриц (используются в видеопроекторах), каждая из которых воспроизводит небольшой отдельный участок голограммы. Поскольку диагональ таких матриц не превышает 1,8 дюйма, для получения голограммы нужной площади пришлось использовать множественные конфигурации и устройства сведения для объединения различных частей голограммы. Поток данных, требуемый для воссоздания полноценного образа, достигает приблизительно одного терабайта в секунду.

Команда исследователей из Университета Южной Калифорнии (University of Southern California) сообщает о разработке голографического дисплея, способного воспроизводить наиболее реалистичную на сегодняшний день 3D-картинку. Созданная установка воспроизводит полностью трехмерную голограмму (при наблюдении в горизонтальной плоскости), которую можно обозревать с любой стороны.

В состав "голографического дисплея" входят: быстро вращающееся зеркало, покрытое анизотропным голографическим диффузором; FPGA-микроконтроллер, отвечающий за декодирование видеосигнала, передаваемого посредством стандартного DVI-дисплея; высокоскоростной видеопроектор и обычный персональный компьютер. В качестве графической подсистемы компьютера выступила единственная видеокарта NVIDIA GeForce 8800. При этом разработчики отмечают, что их решение позволяет видеть трехмерную картинку, не используя специальных очков, с любой точки и неограниченному количеству зрителей.

За формирование трехмерной картинки отвечает видеокарта GeForce 8800, создающая более 5.000 изображений трехмерного объекта в секунду. Изображения проецируются на быстро вращающееся зеркало при помощи высокоскоростной проекционной системы. Здесь же необходимо отметить разработку исследователями специального MCOP-алгоритма, который обеспечивает корректное отображение картинки, независимо от места расположения наблюдателя и его расстояния до голографического дисплея.

Уникальная система уже демонстрировалась публике, причем в качестве "экспоната" был выбран космический корабль из фантастического фильма "Star Wars" (см. приложенеие О, рис.18). В данный момент исследователи заняты работой над улучшением системы - повышением качества голограммы, реализацией возможности формирования правильного изображения при изменении положения точки наблюдения в вертикальной плоскости.

Является необходимым определить возможные области применения 3-D технологий:

- геология (анализ и оценка спутниковых фотографий или карт);

- 3D-анимация и 3D-видео;

- образование;

- 3D-рабочие станции/САПР;

- компьютерные игры;

- дизайн и архитектура;

- медицина;

- военные применения;

- биохимия и химия;

- управление воздушным движением.

Конечно, этот список не претендует на завершённость. Но он позволяет дать общее представление. Как правило, 3D-дисплей может существенно облегчить работу там, где требуется пространственное представление.

Схемы дисплея и видеотерминального устройства изображены в Приложении П, рис. 19 и рис. 20.

**2 УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОТЕРМИНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Максимальная яркость дисплеев ЭЛТ — 100–120 кд/м2. Увеличить ее трудно из-за непомерного роста ускоряющих напряжений на катодах электронных пушек, что приводит к побочным эффектам — таким, как повышенный уровень излучения и ускоренное выгорание люминофорного покрытия. У ЖК-мониторов в этой области нет конкурентов. Максимальная величина яркости в принципе определяется характеристиками ламп дневного света, которые используются для подсветки экрана. Не является проблемой получение яркости порядка 200–250 кд/м2. Хотя технически вполне возможно ее увеличение до значительно более высоких значений, этого не делают, чтобы не ослепить пользователя.

После настройки монитора на заводе он проделывает долгий путь, прежде чем попадет на стол к пользователю. На этом пути монитор подвергается различным механическим, термическим и прочим воздействиям. Это приводит к тому, что предустановленные настройки сбиваются и после включения изображение на экране отображается не очень качественно. Этого не может избежать ни один монитор. Для того, чтобы устранить эти, а также прочие, возникающие в процессе использования монитора, дефекты, монитор должен обладать развитой системой регулирования и управления, в противном случае потребуется вмешательство специалистов.

Под управлением понимают подстройку таких параметров, как яркость, геометрия изображения на экране. Существуют два типа систем управления и регулирования монитора: аналоговые (ручки, движки, потенциометры) и цифровые (кнопки, экранное меню, цифровое управление через компьютер). Аналоговое управление используется в дешевых мониторах и позволяет напрямую изменять электрические параметры в узлах монитора. Как правило, при аналоговом управлении пользователь имеет возможность настраивать только яркость и контраст. Цифровое управление обеспечивает передачу данных от пользователя к микропроцессору, управляющему работой всех узлов монитора. Микропроцессор на основании этих данных делает соответствующие коррекции формы и величины напряжений в соответствующих аналоговых узлах монитора. В современных мониторах используется только цифровое управление, хотя количество контролируемых параметров зависит от класса монитора и варьируется от нескольких простейших параметров (яркость, контраст, примитивная подстройка геометрии изображения) до сверхрасширенного набора — 25–40 параметров, обеспечивающие точные настройки и более простые в эксплуатации.

Большинство производителей электронно-лучевых трубок нормирует среднее время безотказной работы (MTBF — Mean Time Before Failure) от 30 до 60 тыс. часов, что обеспечивает бесперебойную работу устройства в течение не менее 3,5 лет. После этого изображение может начать терять яркость и контрастность.

В данном проекте предлагается усовершенствование монитора на ЭЛТ посредством введения блока автоматического регулирования яркости свечения экрана от освещенности рабочего места.

Блок состоит из фоторезистора, который регулирует, посредством своего сопротивления током на базе управляющего транзистора. Сопротивление фоторезистора зависит от освещенности последнего.

**2.1 Фоторезисторы**

Фоторезисторы как элементы цепи преобразования информации применяются в различных системах, предназначенных для контроля и измерения геометрических размеров и скоростей движения объектов, температуры, управления различными механизмами, для определения качественного состава твердых, жидких и газообразных сред, включения и выключения различных устройств и т. д. При этом во многих случаях фоторезисторный способ получения и обработки информации дает явное преимущество по сравнению с другими способами.

Эксплуатация фоторезисторных устройств показывает их высокую надежность и широкие возможности.

Успехи в развитии фоторезисторной автоматики стали возможными благодаря значительному усовершенствованию конструкции и расширению номенклатуры серийно выпускаемых фоторезисторов. Они обладают высокой чувствительностью, достаточно малой инерционностью, имеют незначительные габариты, долговечны в работе, обеспечивают бесконтактные измерения и контроль. При их применении достигается односторонность связи между источником сигнала информации – излучателем и потребителем – фоторезистором.

В последние годы фоторезисторы широко применяются во многих отраслях науки и техники. Это объясняется их высокой чувствительностью, простотой конструкции, малыми габаритами и значительной допустимой мощностью рассеяния. Значительный интерес представляет использование фоторезисторов в оптоэлектронике. В современной электронной технике широко используются полупроводниковые приборы, основанные на принципах фотоэлектрического и электрооптического преобразования сигналов. Первый из этих принципов обусловлен изменением электрофизических свойств вещества в результате поглощения в нем световой энергии (квантов света). Второй принцип связан с генерацией излучения в веществе, обусловленной приложенным к нему напряжением и протекающим через светоизлучающий элемент током. Указанные принципы составляют научную основу оптоэлектроники – нового научно-технического направления, в котором для передачи, обработки и хранения информации используются как электрические, так и оптические средства и методы.

**2.1.1 Устройство, характеристики, принцип действия фоторезисторов**

Все многообразие оптических и фотоэлектрических явлений в полупроводниках можно свести к следующим основным:

– поглощение света и фотопроводимость;

– фотоэффект в p-n переходе;

– электролюминесценция;

– стимулированное когерентное излучение.

Явлением фотопроводимости называется увеличение электропроводности

полупроводника под воздействием электромагнитного излучения. Причина

фотопроводимости — увеличение концентрации носителей заряда — электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне. Вследствие этого проводимость полупроводника возрастает на величину

Ds = e (mn Dni + mp Dpi), (2.1)

где e – заряд электрона;

mn – подвижность электронов;

mp – подвижность дырок;

Dni – концентрация генерируемых электронов;

Dpi – концентрация генерируемых дырок.

Поскольку основным следствием поглощения энергии света в полупроводнике является перевод электронов из валентной зоны в зону проводимости, то энергия кванта света фотона должна удовлетворять условию

hnкр ³ DW, (2.2)

где h – постоянная Планка;

DW – ширина запрещенной зоны полупроводника;

nкр – критическая частота электромагнитного излучения (красная граница фотопроводимости).

Излучение с частотой n < nкр не может вызвать фотопроводимость, так как энергия кванта такого излучения hn < DW недостаточна для перевода электрона из валентной зоны в зону проводимости. Если же hn > DW, то избыточная относительно ширины запрещенной зоны часть энергии квантов передается электронам в виде кинетической энергии.

Критической частоте nкр соответствует граничная длина волны:

lгр=с / nкр, (2.3)

где с - скорость света (3·108 м/с).

При длинах волн, больших граничной, фотопроводимость резко падает. Так, для германия граничная длина волны составляет примерно 1.8 мкм. Однако спад фотопроводимости наблюдается и в области малых длин волн. Это объясняется быстрым увеличением поглощения энергии с частотой и уменьшением глубины проникновения падающей на полупроводник электромагнитной энергии. Поглощение происходит в тонком поверхностном слое, где и образуется основное количество носителей заряда. Появление большого количества избыточных носителей только у поверхности слабо отражается на проводимости всего объема полупроводника, так как скорость поверхностной рекомбинации больше объемной и проникающие вглубь не основные носители заряда увеличивают скорость рекомбинации в объеме полупроводника.

Фотопроводимость полупроводников может обнаруживаться в инфракрасной, видимой или ультрафиолетовой частях электромагнитного спектра в зависимости от ширины запрещенной зоны, которая, в свою очередь, зависит от типа полупроводника, температуры, концентрации примесей и напряженности электрического поля.

Рассмотренный механизм поглощения света, приводящий к появлению свободных носителей заряда в полупроводнике, называют фото активным. Поскольку при этом изменяется проводимость, а следовательно, внутреннее сопротивление полупроводника, указанное явление было названо фоторезистивным эффектом.

Основное применение фоторезистивный эффект находит в светочувствительных полупроводниковых приборах – фоторезисторах, которые широко используются в современной оптоэлектронике и фотоэлектронной автоматике.

Фоторезистор представляет собой непроволочный дискретный полупроводниковый резистор, омическое сопротивление которого определяется степенью освещенности. Под воздействием светового потока электрическое сопротивление слоя меняется в несколько раз (у некоторых типов фотосопротивлений оно уменьшается на два- три порядка). В зависимости от применяемого слоя полупроводникового материала фотосопротивления подразделяются на сернисто-свинцовые, сернисто-кадмиевые, сернисто-висмутовые и поликристаллические селено - кадмиевые. Фотосопротивления обладают высокой чувствительностью, стабильностью, экономичны и надежны в эксплуатации. В целом ряде случаев они с успехом заменяют вакуумные и газонаполненные фотоэлементы.

Многие фоторезисторы, представленные в справочнике, имеют старое обозначение, состоящее из двух букв: ФС, последней буквы, указывающей на материал фоточувствительного элемента (K-CdS, Д-CdSe, A-PbS); цифры — указа на конструктивное оформление фоторезистора, иногда первой цифрой стоит буква Г или П характеризующие конструктивное исполнение ,и означающие, что конструкция для условий тропического климата и повышенной

влажности.(Г - герметизированные, П - пленочные).

Новое обозначение фоторезисторов состоит из букв ФР и номера разработки.

Например, ФР-193 Д означает: фоторезистор с номером разработки 193, группы Д.

Название типа фоторезисторов слагается из букв и цифр, причем в старых обозначениях буквы А, К, Д обозначали тип использованного светочувствительного материала, в новом же обозначении эти буквы заменены цифрами.

В табл.2.1 приведены наименования наиболее распространенных обозначений фоторезисторов.

Таблица 2.1- Типовые обозначения фоторезисторов

|  |  |
| --- | --- |
| Вид фоторезисторов |  |
| Сернисто-свинцовые | ФСА-0, ФСА-1, ФСА-6, ФСА-Г1, ФСА-Г2 |
| Сернисто-кадмиевые | ФСК-0,1,2,4,5,6,7,ФСК-Г1,ФСК-Г2,ФС'Р;-Г7, ФСК-П1 СФ2-1, 2, 4, 9, 12 |
| Селенисто-кадмиевые | ФСД-0, ФСД-1, ФСД-Г1 СФ3-1, 8  |

Фоторезисторы выпускаются в пластмассовом или метал корпусе, а также в бескорпусном варианте. Большинство приборов является неохлаждаемыми, т. е. предназначеными для работы при температуре окружающей среды. Но целый ряд приборов охлаждаемых, работа которых возможна только после заливки в специальный сосуд хлада, предназначенного для охлаждения фоточувствительно элемента.

Полупроводниковые фоторезисторы работают в цепях как постоянного, так и переменного тока. Техническими условиями допускается так же использование фоторезисторов в импульсных режимах, при средней мощности рассеяния, не превышающей максимально-допустимого значения. Фоторезисторы могут работать при больших интенсивностях света, при условии не превышения предельногозначения фототока и мощности рассеяния.

Для изготовления серийных фоторезисторов используются различные типы материалов: сернистый кадмий (CdS), селенис кадмий (CdSe), сернистый свинец (PbS) и селенид свинца (PbSe). Фоторезисторы чувствительные к инфракрасному излучению длинноволнового диапазона изготавливают на основе кадмий-ртуть-теллур и антимонида индия (InSb).

Светочувствительный элемент в некоторых типах фоторезисторов выполнен в виде круглой или прямоугольной таблетки, спрессованной из порошкообразного сульфида или селенида кадмия, в других он представляет собой тонкий слой полупроводника, нанесенного на стеклянное основание. В том и другом случае с полупроводниковым материалом соединены два металлических вывода. В зависимости от назначения фоторезисторы имеют совершенно различное конструктивное оформление. Иногда это просто пластина полупроводника на стеклянном основании с токонесущими выводами, в других случаях фоторезистор имеет пластмассовый корпус с жесткими штырьками. Среди таких фоторезисторов следует особо отметить ФСК-6, приспособленный для работы от отраженного света, для чего его корпус имеет в центре отверстие для прохождения света к отражающей поверхности. Выпускаются фоторезисторы в металлическом корпусе с цоколем, напоминающим ламповый, или в корпусе, как у герметизированных конденсаторов или транзисторов. Малогабаритные пленочные фоторезисторы выпускаются в пластмассовых и металлических корпусах с влагозащитным покрытием светочувствительного элемента прозрачными эпоксидными смолами.

Конструкция монокристаллического и пленочного фоторезисторов показана на рис.2.1 и рис. 2.2.

Рисунок 2.1 - Монокристаллический фоторезистор

Рисунок 2.2 - Пленочный фоторезистор

Основным элементом фоторезистора является в первом случае монокристалл, а во втором – тонкая пленка полупроводникового материала.

Если фоторезистор включен последовательно с источником напряжения (рис. 2.3 ) и не освещен, то в его цепи будет протекать темновой ток

Iт = E / (Rт + Rн), (2.4)

где Е – э. д. с. источника питания;

Rт – величина электрического сопротивления фоторезистора в темноте,

называемая темновым сопротивлением;

Rн – сопротивление нагрузки.

Рисунок 2.3 - Схема включения для измерения параметров и характеристик фоторезисторов

При освещении фоторезистора энергия фотонов расходуется на перевод электронов в зону проводимости. Количество свободных электронно-дырочных пар возрастает, сопротивление фоторезистора падает и через него течет световой ток

Iс= E / (Rс + Rн). (2.5)

Разность между световым и темновым током дает значение тока Iф, получившего название первичного фототока проводимости

Iф=Iс – Iт. (2.6)

Когда лучистый поток мал, первичный фототок проводимости практически безынерционен и изменяется прямо пропорционально величине лучистого потока, падающего на фоторезистор. По мере возрастания величины лучистого потока увеличивается число электронов проводимости. Двигаясь внутри вещества, электроны сталкиваются с атомами, ионизируют их и создают дополнительный поток электрических зарядов, получивший название вторичного фототока проводимости. Увеличение числа ионизированных атомов тормозит движение электронов проводимости. В результате этого изменения фототока запаздывают во времени относительно изменений светового потока, что определяет некоторую инерционность фоторезистора.

К основным характеристикам фоторезисторов относятся:

- вольтамперная, характеризующая зависимость фототока (при постоянном световом потоке Ф) или темнового тока от приложенного напряжения. (рис.2.4 ). Закон Ома нарушается в большинстве случаев только при высоких напряжениях на фоторезисторе. Эта характеристика линейна в довольно широких пределах. Для некоторых типов фоторезисторов при напряжениях меньше рабочего наблюдается нелинейность. Световая (люксамперная), характеризующая зависимость фототока от падающего светового потока постоянного спектрального состава. Полупроводниковые фоторезисторы имеют нелинейную люксамперную характеристику (рис.2.5). Наибольшая чувствительность получается при малых освещенностях. Это позволяет использовать фоторезисторы для измерения очень малых интенсивностей излучения. При увеличении освещенности световой ток растет примерно пропорционально корню квадратному из освещенности. Наклон люкс амперной характеристики зависит от приложенного к фоторезистору напряжения.

Рисунок 2.4 - Вольтамперная характеристика фоторезистора

Рисунок 2.5 - Световая характеристика фоторезистора

- спектральная, характеризующая чувствительность фоторезистора при действии на него потока излучения постоянной мощности определенной длины волны.

Спектральная характеристика определяется материалом, используемым для изготовления светочувствительного элемента. Как видно из этих характеристик, фоторезисторы с сернисто-кадмиевым светочувствительным элементом имеют максимальную чувствительность в видимой части спектра, фоторезисторы, выполненные на основе селенистого кадмия, наиболее чувствительны к красной и инфракрасной части спектра, а сернисто-свинцовые фоторезисторы имеют максимум чувствительности в инфракрасной, области спектра (рис.2.6).

-частотная, характеризующая чувствительность фоторезистора при действии на него светового потока, изменяющегося с определенной частотой. Наличие инерционности у фоторезисторов приводит к тому, что величина их фототока зависит от частоты модуляции падающего на них светового потока – с

увеличением частоты светового потока фототок уменьшается (рис.2.7).

Инерционность ограничивает возможности применения фоторезисторов при работе с переменными световыми потоками высокой частоты.

 .

Рисунок 2.6 - Спектральные характеристики фоторезистора

Рисунок 2.7 - Частотные характеристики фоторезистора

Как видно из характеристики, величина сигнала, снимаемого с фоторезистора, уменьшается с увеличением частоты модуляции светового потока.

Чувствительность фоторезисторов меняется (уменьшается) впервые 50 часов работы, оставаясь в дальнейшем практически постоянной в течение всего срока службы, измеряемого несколькими тысячами часов. Интервал рабочих температур для сернисто-кадмиевых фоторезисторов составляет от -60 до +85°С для селенисто-кадмиевых - от -60 до +40°С и для сернисто-свинцовых - от -60 до +70°С.

К основным параметрам фоторезисторов относятся:

- рабочее напряжение Uр – постоянное напряжение, приложенное к фоторезистору, при котором обеспечиваются номинальные параметры при длительной его работе в заданных эксплуатационных условиях (гарантирующее продолжительную работу фоторезистора). При работе в импульсном режиме у

сернисто-кадмиевых и селенисто-кадмиевых фоторезисторов допустимое напряжение может в 2-3 раза превышать рабочее. У сернисто-свинцовых фоторезисторов рабочее напряжение можно принять равным 0,1 Rт, где Rт в килоомах;

- максимально допустимое напряжение фоторезистора Umax – максимальное значение постоянного напряжения, приложенного к фоторезистору, при котором отклонение его параметров от номинальных значений не превышает указанных пределов при длительной работе в заданных эксплуатационных условиях.

- темновое сопротивление Rт – сопротивление фоторезистора в отсутствие падающего на него излучения в диапазоне его спектральной чувствительности. У некоторых типов фоторезисторов темновое сопротивление может иметь значительный разброс

- световое сопротивление Rс – сопротивление фоторезистора, измеренное

через определенный интервал времени после начала воздействия излучения, создающего на нем освещенность заданного значения.

- кратность изменения сопротивления KR – отношение темнового сопротивления фоторезистора к сопротивлению при определенном уровне освещенности (световому сопротивлению). Это один из важнейших параметров, характеризующий чувствительность фоторезистора. С увеличением освещенности

кратность возрастает по линейному закону, с уменьшением - снижается.

Наименьшей чувствительностью обладают сернисто-свинцовые фоторезисторы, у которых кратность при освещенности 200 лк не ниже 1,2. У остальных типов фоторезисторов чувствительность значительно выше

- допустимая мощность рассеяния мощность, позволяющая длительную

эксплуатацию фоторезистора при температуре +20° С в окружающей среде без

опасности появления необратимых изменений в светочувствительном слое.

- общий ток фоторезистора – ток, состоящий из темнового тока и фототока.

- фототок – ток, протекающий через фоторезистор при указанном напряжении на нем, обусловленный только воздействием потока излучения с заданным спектральным распределением.

- удельная чувствительность – отношение фототока к произведению величины падающего на фоторезистор светового потока на приложенное к нему напряжение,мкА / (лм · В)

К0= Iф / (ФU), (2.7)

где Iф – фототок, равный разности токов, протекающих по фоторезистору в темноте и при определенной (200 лк) освещенности, мкА;

Ф – падающий световой поток, лм;

U – напряжение, приложенное к фоторезистору, В.

Если величину чувствительности умножить на рабочее напряжение, то получится интегральная чувствительность.

- интегральная чувствительность – произведение удельной чувствительности на предельное рабочее напряжение:

Sинт= К0Umax. (2.8)

постоянная времени tф – время, в течение которого фототок изменяется на 63%, т. е. в e раз. Постоянная времени характеризует инерционность прибора и влияет на вид его частотной характеристики.

При включении и выключении света фототок возрастает до максимума (рис.2.8) и спадает до минимума не мгновенно.

Рисунок 2.8 - Кривая релаксации фототока

Характер и длительность кривых нарастания и спада фототока во времени

существенно зависят от механизма рекомбинации неравновесных носителей в данном материале, а также от величины интенсивности света. При малом уровне инжекции нарастание и спад фототока во времени можно представить экспонентами с постоянной времени t, равной времени жизни носителей в полупроводнике. В этом случае при включении света фототок iф будет нарастать и спадать во времени по закону

iф= Iф (1 – e – t / t);

iф = Iф e – t / t, (2.9)

где Iф – стационарное значение фототока при освещении.

По кривым спада фототока во времени можно определить время жизни t неравновесных носителей.

Для регистрации оптического излучения его световую энергию обычно преобразуют в электрический сигнал, который затем измеряют обычным способом. При этом преобразовании обычно используют следующие физические явления:

– генерацию подвижных носителей в твердотельных фотопроводящих детекторах;

– изменение температуры термопар при поглощении излучения, приводящее к изменению термо - э. д. с.;

– эмиссию свободных электронов в результате фотоэлектрического эффекта с фоточувствительных пленок.

Наиболее важными типами оптических детекторов являются следующие устройства:

– фото умножитель;

– полупроводниковый фоторезистор;

– фотодиод;

– лавинный фотодиод.

**2.1.2 Полупроводниковый фотодетектор**

Схема полупроводникового фотодетектора приведена на (рис.2.9).

Рисунок 2.9 - Типовая схема включения детектора с фотосопротивлением

Полупроводниковый кристалл последовательно соединен с резистором R и источником постоянного напряжения V. Оптическая волна, которую нужно зарегистрировать, падает на кристалл и поглощается им, возбуждая при этом электроны в зону проводимости (или в полупроводниках p-типа – дырки в валентную зону).

Такое возбуждение приводит к уменьшению сопротивления Rd полупроводникового кристалла и, следовательно, к увеличению падения напряжения

на сопротивлении R, которое при DRd / Rd << 1 пропорционально плотности падающего потока. В качестве примера рассмотрим энергетические уровни одного из наиболее распространенных полупроводников – германия, легированного атомами ртути. Атомы Hg в германии являются акцепторами с энергией ионизации 0.09 эВ. Следовательно, для того, чтобы поднять электрон с верхнего уровня валентной зоны и чтобы атом Hg (акцептор) сумел захватить его, необходим фотон с энергией, по крайней мере, 0.09 эВ (т. е. фотон с длиной волны короче 14 мкм). Обычно кристалл германия содержит небольшое количество ND донорных атомов, которым при низких температурах энергетически выгодно отдавать свои валентные электроны большому количеству NA акцепторных атомов. При этом возникает равное количество положительно ионизированных донорных и отрицательно ионизированных акцепторных атомов. Так как концентрация акцепторов NA >> ND, большинство атомов-акцепторов остается незаряженным.

Падающий фотон поглощается и переводит электрон из валентной зоны на уровень атома-акцептора, как это показано на рис. 2.10 (процесс А).

Рис.2.10 - Схема донорных и акцепторных примесных уровней участвующих в работе проводящих полупроводников

Возникающая при этом дырка движется под действием электрического поля, что приводит к появлению электрического тока. Как только электрон с акцепторного уровня возвращается обратно в валентную зону, уничтожая тем самым дырку (процесс B), ток исчезает. Этот процесс называется электронно-дырочной рекомбинацией или захватом дырки атомом акцептора.

Выбирая примеси с меньшей энергией ионизации, можно обнаружить фотоны с более низкой энергией. Существующие полупроводниковые фотодетекторы обычно работают на длинах волн вплоть до l 32 мкм.

Из сказанного следует, что главным преимуществом полупроводниковых фотодетекторов по сравнению с фотоумножителями является их способность регистрировать длинноволновое излучение, поскольку создание подвижных носителей в них не связано с преодолением значительного поверхностного потенциального барьера. Недостатком же их является небольшое усиление по току. Кроме того, для того чтобы фото возбуждение носителей не маскировалось тепловым возбуждением, полупроводниковые фотодетекторы приходится охлаждать.

**2.2 Усовершенствование монитора на ЭЛТ**

Благодаря высокой чувствительности, простоте и разнообразию конструкций фоторезисторы имеют широкое применение в радиоэлектронике. Основными областями применения являются: системы фотоэлектрической автоматики и телемеханики, измерительные приборы, экспонометрические приборы и фотодатчики, системы теле контроля, а так же тепловизионная аппаратура промышленного, медицинского и оборонного назначения.

Предлагаем внести изменения в конструкцию монитора, построенного на электроннолучевой трубке (ЭЛТ) внесением изменений в схему регулировки яркости свечения экрана. В схему вводится фоторезистор ФСК-1 который будет реагировать на освещенность перед ЭЛТ. Сопротивление резистора будет реагировать на схему показанную на рисунке 2.11, которая в дальнейшем будет регулировать сопротивлением в цепи регулировки яркости монитора.

Рисунок 2.11 – Схема усовершенствования регулировки яркости монитора на ЭЛТ

При попадании светового потока на фоторезистор, сопротивление резистора ФР1 изменяется, чем вызывает изменением сопротивления на резисторе R4 относительно корпуса, посредством усилителя, собранного на транзисторах VT1 и VT2. При помощи резистора R1 производится точная подстройка яркости свечения кинескопа. Данное устройство позволяет увеличить срок службы электролучевой трубки монитора и обеспечить нужную яркость свечения экрана, что в свою очередь положительно отразится на зрении оператора.

Данное устройство позволяет увеличить срок службы ЭЛТ порядка в 3-4 раза. Схема монитора до модернизации изображена на рисунке 2.12, а после усовершенствования на рисунке 2.13.

Рисунок 2.12- Схема монитора на ЭЛТ до усовершенствования



Рисунок 2.13 – Схема монитора на ЭЛТ после усовершенствования

Схема позволяет осуществлять регулировку в заданных пределах и существенных отрицательных эффектов работы монитора не вносит.

**3 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ**

Первичными исходными данными для определения стоимости проекта являются показатели, которые используются на предприятии ГПО «МОНОЛИТ» г. Харьков.

Эти показатели сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Данные предприятия ГПО «МОНОЛИТ» г. Харьков. состоянием на 01.01.2010 г.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи расходов | Усл.обоз | Единицыизмер. | Величина |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Разработка (проектирование) КД |
| Тарифная ставка конструктора - технолога | *Зсист* | грн. | 1200 |
| Тарифная ставка обслуживающего персонала | *Зперс* | грн. | 1200 |
| Зарплата других категорий рабочих, задействованных в процессе разработки КД | *Зин.роб*. | грн. | 1500 |
| Тариф на электроэнергию | *Се/е* | грн. | 0,56 |
| Мощность компьютера, модема, принтера и др. | *WМ* | квт /час. | 0,3 |
| Стоимость ЭВМ, принтера, модема для базового и нового изделия (IBMPentium/32/200/ SVG) | *Втз*  | грн. | 3200,00 |
| Амортизационные отчисления | *Ааморт* | % | 10 |
| Стоимость 1-го часа использования ЭВМ | *Вг* | грн. | 6,5 |
| Норма дополнительной зарплаты | *Нд* | % | 10 |
| Отчисление на социальные мероприятия | *Нсоц* | % | 37,2 |
| Общепроизводственные (накладные) расходы | *Ннакл* | % | 25 |
| Транспортно-заготовительные расходы | *Нтрв* | % | 4 |
| Время обслуживания систем ЭВМ  | *То* | час/год | 180 |
| Норма амортизационных отчислений на ЭВМ | *На* | % | 10 |
| Отчисление на удерживание и ремонт ЭВМ  | *Нр* | % | 10 |

## 3.1 Расчет расходов на стадии проектирования (разработки) КД нового изделия

а) Трудоемкость разработки КД нового изделия

Для определения трудоемкости выполнения проектных работ прежде всего складывается перечень всех этапов и видов работ, которые должны быть выполнены (логически, упорядочено и последовательно). Нужно определить квалификационный уровень (должности) исполнителей.

Расходы на разработку КД представляет собой оплату труда разработчиков схемы электрической принципиальной, конструкторов и технологов.

Расчет расходов на КД выводится методом калькуляции расходов, в основу которого положенная трудоемкость и заработная плата разработчиков.

а) Трудоемкость разработки КД изделия (*Т*) рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.1) |

где *Татз* – расходы труда на анализ технического задания (ТЗ), чел./час;

*Трес* – расходы труда на разработку электрических схем, чел./час;

*Трк* – расходы труда на разработку конструкции, чел./час;

*Трт* – расходы труда на разработку технологии, чел./час;

*Токд* – расходы труда на оформление КД, чел./час;

*Твидз* – расходы труда на изготовление и испытание опытного образца, чел./час.

Данные расчета заносятся в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Расчет заработной платы на разработку КД изделия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды работ | Условные обозначения | Почасовая тарифная ставка - Сст*,* грн. | Фактические расходы временичел./час; | Сдельная зарплата, грн. |
| 1. Анализ ТЗ | *Татз* | 4,28 | 2 | 8,56 |
| 2. Разработка электрических схем | *Трес* | 4,28 | 4 | 17,12 |
| 3. Разработка конструкции | *Трк* | 4,28 | 4 | 17,12 |
| 4. Разработка технологии | *Трт* | 4,28 | 3 | 12,84 |
| 5. Оформление КД | *Токд* | 4,28 | 8 | 34,24 |
| 6. Изготовление и испытание опытного образца | *Твидз* | 4,28 | 4 | 17,12 |
| ВСЕГО: | ∑ | 4,28 | 25 | 107,00 |

Заработная плата на разработку КД изделия *С* определяется за формулой:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.2) |

где  - почасовая тарифная ставка разработчика, грн

 - трудоемкость разработки КД изделия (определяется в гривнях с двумя десятинными знаками (00,00грн.)

б) Расчет материальных расходов на разработку КД

Материальные расходы *Мв*, которые необходимы для разработки (создании) КД, приведенные в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Расчет материальных расходов на разработку КД

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Условные обознач. | Факт. количество | Цена за ед., грн. | Сумма, грн. |
| 1. CD DVD | диск | 2 | 2,00 | 4,00 |
| 2. Бумага | лист | 200 | 0,07 | 14,00 |
| 3. Другие материалы | ∑ *Ми* | - | - | - |
| ВСЕГО | ∑ |  |  | 18,00 |
|  ТЗР (4%) |  |  |  | 0,72 |
| ИТОГО | *Мв* |  |  | 18,72 |

в) Расходы на использование ЭВМ при разработке КД (если они есть).

Расходы, на использование ЭВМ при разработке КД, рассчитываются исходя из расходов работы одного часа ЭВМ по формуле. грн.:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.3) |

где  *Вг* – стоимость работы одного часа ЭВМ, грн.

*Трес*– расходы труда на разработку электрических схем, чел./час;

*Трк* – расходы труда на разработку конструкции, чел./час;

*Трт* – расходы труда на разработку технологии, чел./час;

*Токд* – расходы труда на оформление КД, чел./час;

При этом, стоимость работы одного часа ЭВМ (других технических средств - ТЗ) *Вг* определяется по формуле, грн.:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.4) |

где *Те/е**–* расходы на электроэнергию, грн.;

*Ваморт* – величина 1-го часа амортизации ЭВМ, грн.;

*Зперс*– почасовая зарплата обслуживающего персонала, грн.;

*Трем* *–* расходы на ремонт, покупку деталей, грн.;

Стоимость одного часа амортизации *Ваморт* определяется по формуле, грн.: при 40 часовой рабочей неделе:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.5) |

где *Втз* - стоимость технических средств, грн.

*На* - норма годовой амортизации (%).

*Кт* - количество недель в год (52 недели/год).

*Гт* - количество рабочих часов в неделю (40 часов/неделю)

Почасовая оплата обслуживающего персонала *Зперс* рассчитывается по формуле, грн.:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.6)  |

где *Окл* - месячный оклад обслуживающего персонала, грн.

*Крг* - количество рабочих часов в месяц (160 часов/месяц);

*Нрем*- расходы на оплату труда ремонта ЭВМ (6 % *Окл*).

Расходы на ремонт, покупку деталей для ЭВМ *Трем* определяются по формуле, грн.:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.7) |

где  *Втз* - стоимость технических средств, грн.

*Нрем* - процент расходов на ремонт, покупку деталей (%);

*Кт* - количество недель на год (52 недели/год).

*Гт* - количество рабочих часов на неделю (36 ÷ 168 час./неделя)

Расходы на использование электроэнергии ЭВМ и техническими средствами *Те/е*определяются по формуле, грн.:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.8) |

где *Ве/е*– стоимость одного кВт/час электроэнергии, грн.;

*Wпот* – мощность компьютера, принтера и сканера (за 1 час), (кВт/час.).

Таким образом, стоимость одного часа работы ЭВМ при разработке КД будет составлять (см. формулу 3.4), грн.:

.

Расходы на использование ЭВМ при разработке, грн. (см. формулу 3.3):



г) Расчет технологической себестоимости создания КД

Расчет технологической себестоимости создания КД изделия проводится методом калькуляции расходов (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Калькуляция технологических расходов на создание КД изделия

| №п/п | Наименование статей | Условны обозначения |  Расходы (грн.) |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Материальные расходы | *Мв* | 18,72 |
| 2. | Основная зарплата | *Зо* | 107,00 |
| 3. | Дополнительная зарплата  | *Зд*  | 10,70 |
| 4. | Отчисление на социальные мероприятия  | *Нсоц* | 43,78 |
| 5. | Накладные расходы предприятия  | *Ннакл* | 16,05 |
| 6. | Расходы на использование ЭВМ  | *ВМ* | 18,06 |
| 7. | Себестоимость КД изделия | *Скд = ∑ (1÷6)* | 203,61 |

Себестоимость разработанной конструкторской документации *Скд* рассчитывается как сумма пунктов 1–6.

## 3.2 Расчет расходов на стадии производства изделия

Себестоимость изделия что разрабатывается рассчитывается на основе норм материальных и трудовых расходов. Среди исходных данных, которые используются для расчета себестоимости изделия, выделяют нормы расходов сырья и основных материалов на одно изделие (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Расчет расходов на сырье и основные материалы на одно изделие

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материалы | Норма расходов(единиц) | Оптовая цена грн./ед. | Фактические расходы(единиц) | Суммагрн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Припой ПОС - 61 (ГОСТ 21930 - 76), кг | 0,2 | 25,00 | 0,2 | 5,00 |
| Лак ЭП-9114 (ГОСТ 2785-76), кг | 0,1 | 10,00 | 0,1 | 1,00 |
| Другие | - | -- | - | - |
| ВСЕГО: |  |  |  | 6,00 |
| Транспортно-заготовительные расходы (4%) |  |  |  | 0,24 |
| ИТОГО: |  |  |  | 6,24 |

В ходе расчета себестоимости изделия, как исходные данные, используют спецификации материалов, покупных комплектующих изделии и полуфабрикатов, что используются при изготовления одного изделия (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Ведомость комплектующих элементов на усовершенствование монитора на ЭЛТ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Стоимость единицы, грн. | Количество, шт. | Сумма, грн. |
| 1 | Резистор МЛТ 0,125 10 кОм / 5% | 0,4 | 2 | 0,8 |
| 2 | Переменный резисторСПО-1 10 кОм | 3,0 | 1 | 3,0 |
| 3 | Фоторезистор ФСК-1 | 0,80 | 6 | 4,80 |
| 4 | Всего: |  |  | 8,60 |
| 5 | Транспортно-заготовительные расходы (4%) |  |  | 0,34 |
| ИТОГО: | 8,94 |

Расчет зарплаты основных производственных рабочих проводим на основе норм трудоемкости по видам работ и почасовыми ставками рабочих (таблица 3.7).

Калькуляция себестоимости и определения цены выполняется в таблице 3.8.

Таблица 3.7 - Расчет основной зарплаты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование операции | Почасовая тарифная ставка, грн. | Норма времени чел./час. | Сдельная зарплата, грн. |
|  1 |  2 |  3 |  4 |
| Заготовительная | 5,91 | 1 | 5,91 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Слесарная | 5,91 | 2 | 11,82 |
| Сборка | 5,91 | 2 | 11,82 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Монтажная | 5,91 | 3 | 17,73 |
| Настройка | 5,91 | 1 | 5,91 |
| Другие | - | - | - |
| ВСЕГО: |  |  9 | 53,91 |

Таблица 3.8 **-** Калькуляция себестоимости и определения цены изделии по новой КД

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование статей расходов | Сумма, грн. |
| Сырье и материалы | 6,24 |
| Покупные комплектующие изделия | 8,94 |
| Основная зарплата рабочих | 53,91 |
| Дополнительная зарплата (15%) | 8,09 |
| Отчисление на социальные мероприятия (37,2%) | 23,06 |
| Накладные расходы (25% по данным предприятия)  | 13,48 |
| Производственная себестоимость | 203,61 |
| Общая стоимость блока, который модернизируется | 317,49 |

Общая стоимость на подготовку конструкторской документации и модернизацию монитора составляет 317,49 грн..

**4 ОХРАНА ТРУДА**

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей (диапазон радиочастот: ВЧ, УВЧ и СВЧ), инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др..

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

**4.1 Требования к производственным помещениям**

**4.1.1 Окраска и коэффициенты отражения**

Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения.

Источники света, такие как светильники и окна, которые дают отражение от поверхности экрана, значительно ухудшают точность знаков и влекут за собой помехи физиологического характера, которые могут выразиться в значительном напряжении, особенно при продолжительной работе. Отражение, включая отражения от вторичных источников света, должно быть сведено к минимуму.

Для защиты от избыточной яркости окон могут быть применены шторы и экраны.

В зависимости от ориентации окон рекомендуется следующая окраска стен и пола:

окна ориентированы на юг: - стены зеленовато-голубого или светло-голубого цвета; пол - зеленый;

окна ориентированы на север: - стены светло-оранжевого или оранжево-желтого цвета; пол - красновато-оранжевый;

окна ориентированы на восток: - стены желто-зеленого цвета; пол зеленый или красновато-оранжевый;

окна ориентированы на запад: - стены желто-зеленого или голубовато-зеленого цвета; пол зеленый или красновато-оранжевый.

В помещениях, где находится компьютер, необходимо обеспечить следующие величины коэффициента отражения: для потолка: 60-70%, для стен: 40-50%, для пола: около 30%. Для других поверхностей и рабочей мебели: 30-40%.

**4.1.2 Освещение**

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах.

Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе).

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений.

Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удается обеспечить нормированные значения коэффициента естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день).

Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно СНиП II-4-79 в помещений вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3…0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5…1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно.

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

**4.1.3 Параметры микроклимата**

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 4.1)

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5м3/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 4.2.

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

Таблица 4.1- Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Период года | Параметр микроклимата | Величина |
| Холодный | Температура воздуха в помещении | 22…24°С |
| Относительная влажность | 40…60% |
| Скорость движения воздуха | до 0,1м/с |
| Теплый | Температура воздуха в помещении | 23…25°С |
| Относительная влажность | 40…60% |
| Скорость движения воздуха | 0,1…0,2м/с |

Таблица 4.2 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения,где расположены компьютеры

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика помещения | Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м3 /на одного человека в час |
| Объем до 20м3 на человека | Не менее 30 |
| 20…40м3 на человека | Не менее 20 |
| Более 40м3 на человека | Естественная вентиляция |

**4.1.4 Шум и вибрация**

Шум ухудшает условия труда оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

В табл. 4.3 указаны предельные уровни звука в зависимости от категории тяжести и напряженности труда, являющиеся безопасными в отношении сохранения здоровья и работоспособности.

Таблица 4.3 - Предельные уровни звука, дБ, на рабочих местах

|  |  |
| --- | --- |
| Категория напряженности труда | Категория тяжести труда |
| Легкая | Средняя | Тяжелая | Очень тяжелая |
| I. Мало напряженный | 80 | 80 | 75 | 75 |
| II. Умеренно напряженный | 70 | 70 | 65 | 65 |
| III. Напряженный | 60 | 60 | - | - |
| IV. Очень напряженный | 50 | 50 | - | - |

Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами. Уровень вибрации в помещениях вычислительных центров может быть снижен путем установки оборудования на специальные виброизоляторы.

**4.1.5 Электромагнитное и ионизирующее излучения**

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 4.4.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10-100мВт/м2.

Таблица 4.4 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметра | Допустимые значения |
| Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора | 10В/м |
| Напряженность магнитной составляющей электромагнитногополя на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора | 0,3А/м |
| Напряженность электростатического поля не должна превышать:для взрослых пользователейдля детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений | 20кВ/м15кВ/м |

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

**4.2 Эргономические требования к рабочему месту**

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места программиста должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста являются стол и кресло.

Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление программиста.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

На рис. 4.1 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;

- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;

- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;

- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей);

- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм;

- высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420 - 550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

**1**

 **4**

**3**

**2**

**5**

Рисунок 4.1- Размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе программиста:

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,

5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6 - 0,7м);

- углом считывания, направлением взгляда на 20˚ ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;

- по наклону от -10˚ до +20˚ относительно вертикали;

- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя.

При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20˚,

- плечи должны быть расслаблены,

- локти - под углом 80˚-100˚,

- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60-80 см, то высота знака должна быть не менее 3мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15-20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение, как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

**4.3 Режим труда**

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

В табл. 4.5 представлены сведения о регламентированных перерывах, которые необходимо делать при работе на компьютере, в зависимости от продолжительности рабочей смены, видов и категорий трудовой деятельности с ВДТ (видеодисплейный терминал) и ПЭВМ (в соответствии с САнНиП 2.2.2 542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ»).

В соответствии со САнНиП 2.2.2 546-96 все виды трудовой деятельности, связанные с использованием компьютера, разделяются на три группы: группа А: работа по считыванию информации с экрана ВДТ или ПЭВМ с предварительным запросом; группа Б: работа по вводу информации; группа В: творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Эффективность перерывов повышается при сочетании с производственной гимнастикой или организации специального помещения для отдыха персонала с удобной мягкой мебелью, аквариумом, зеленой зоной и т.п.

Таблица 4.5 - Время регламентированных перерывов при работе на компьютере

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория работы с ВДТ или ПЭВМ | Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работы с ВДТ, количество знаков | Суммарное время регламентированных перерывов, мин |
| При 8-часовойсмене | При 12-часовойсмене |
| Группа А | до 20000 | 30 | 70 |
| Группа Б | до 40000 | 50 | 90 |
| Группа В | до 60000 | 70 | 120 |

Примечание. Время перерывов дано при соблюдении указанных Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда требованиям Санитарных правил и норм время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

**4.4 Расчет освещенности**

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;

- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);

- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);

- более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 15м2 , ширина которой - 5м, высота - 3 м. Воспользуемся методом светового потока.

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

F = E∙S∙Z∙К / n , (4.1)

Где F - рассчитываемый световой поток, Лм;

Е - нормированная минимальная освещенность, Лк (определяется по таблице). Работу программиста, в соответствии с этой таблицей, можно отнести к разряду точных работ, следовательно, минимальная освещенность будет Е = 300Лк;

S - площадь освещаемого помещения (в нашем случае S = 15м2);

Z - отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1,1-1,15 , пусть Z = 1,1);

К - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение зависит от типа помещения и характера проводимых в нем работ и в нашем случае К = 1,5);

n - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (РС) и потолка (РП)), значение коэффициентов РС и РП были указаны выше: РС=40%, РП=60%. Значение n определим по таблице коэффициентов использования различных светильников.

Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

I = A∙B / h (A+B), (4.2)

где h - расчетная высота подвеса, h = 2,92 м;

A - ширина помещения, А = 3 м;

В - длина помещения, В = 5 м.

Подставив значения получим:

I= 0,642.

Зная индекс помещения I, по таблице 7 [23] находим n = 0,22.

Подставим все значения в формулу (4.1) для определения светового потока F, получаем F = 33750 Лм.

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ40-1, световой поток которых Fл = 4320 Лк.

Рассчитаем необходимое количество ламп по формуле:

N = F / Fл, (4.3)

где N - определяемое число ламп;

F - световой поток, F = 33750 Лм;

Fл- световой поток лампы, Fл = 4320 Лм.

N = 8 ламп.

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ОД. Каждый светильник комплектуется двумя лампами.

Значит требуется для помещения площадью S = 15 м2 четыре светильника типа ОД.

Расчет естественного освещения помещений

Организация правильного освещения рабочих мест, зон обработки и производственных помещений имеет большое санитарно-гигиеническое значение, способствует повышению продуктивности работы, снижения травматизма, улучшения качества продукции. И наоборот, недостаточное освещение усложняет исполнения технологического процесса и может быть причиной несчастного случая и заболевания органов зрения.

Освещение должно удовлетворять такие основные требования:

- быть равномерным и довольно сильным;

- не создавать различных теней на местах работы, контрастов между освещенным рабочем местом и окружающей обстановкой;

- не создавать ненужной яркости и блеска в поле взора работников;

- давать правильное направление светового потока;

Все производственные помещения необходимо иметь светлопрорезы, которые дают достаточное природное освещение. Без природного освещения могут быть конференц-залы заседаний, выставочные залы, раздевалки, санитарно-бытовые помещения, помещения ожидания медицинских учреждений, помещений личной гигиены, коридоры и проходы.

Коэфициент естественного освещения в соответствии с ДНБ В 25.28.2006, для нашого III пояса светового климата составляет 1,5.

Исходя из этого произведем расчет необходимой площади оконных проемов.

Расчет площади окон при боковом освещении определяется, по формуле:

Sо = (Ln\*Кз.\*N0\*Sn\*Кзд.)/(100 \*T0\*r1) (4.4)

где:Ln – нормированное значение КЕО

Кз – коэффициент запаса (равен 1,2)

N0 – световая характеристика окон

Sn – площадь достаточного естественного освещения

Кзд. – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями

r1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении

T0 – общий коэффициент светопропускания, который рассчитывается по формуле:

T0 = T1 \* T2 \* T3 \* T4 \* T5, (4.5)

где T1 – коэффициент светопропускания материала;

T2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема;

T3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;

T4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитный устройствах;

T5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимается равным 1;

Теперь следует рассчитать боковое освещение для зоны, примыкающей к наружной стене. По разряду зрительной работы нужно определить значение КЕО. КЕО = 1,5 нормированное значение КЕО с учетом светового климата необходимо вычислить по формуле:

Ln=l\*m\*c, (4.6)

где l – значение КЕО (l=1.5);

m – коэффициент светового климата (m=1);

c – коэффициент солнечности климата (c=1)

Ln=1,5

Теперь следует определить отношение длины помещения Ln к глубине помещения B:

Ln/B=3/5 =0,6;

Отношение глубины помещения В к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h1 (в данном случае h1=1,8) :

B/h1=5/1,8 = 2,77.

Световая характеристика световых проемов N0=9.

Кзд=1

Значение T0=0,8\*0,7\*1\*1\*1=0,56.

Ln для 4 разряда зрительных работ равен 1,5 при мытье окон два раза в год.

Определяем r1, r1=1,5.

Кз.=1,2.

Теперь следует определить значение Sп:

Sп=Ln\*В=3\*10=30 м2.

Кзд.=1.

На данном этапе следует рассчитать необходимую площадь оконных проемов: (Ln\* Кз.\*N0\*Sn\*Кзд.) / (100\*T0\*r1)

Sо = (1,5\*1,2\*9\*30\*1)/(100\*0,56\*1,5)=486/84= 5,78 м2;

Принимаем количество окон 1 штука:

S1=5,78 м2 площадь одного окна

Высота одного окна составляет – 2,4 м, ширина 2,4 м.

**4.5. Расчет вентиляции**

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция бывает естественная и принудительная.

Параметры воздуха, поступающего в приемные отверстия и проемы местных отсосов технологических и других устройств, которые расположены в рабочей зоне, следует принимать в соответствии с ГОСТ 12.1.005-76. При размерах помещения 3 на 5 метров и высоте 3 метра, его объем 45 куб.м. Следовательно, вентиляция должна обеспечивать расход воздуха в 90 куб.м/час. В летнее время следует предусмотреть установку кондиционера с целью избежания превышения температуры в помещении для устойчивой работы оборудования. Необходимо уделить должное внимание количеству пыли в воздухе, так как это непосредственно влияет на надежность и ресурс эксплуатации ЭВМ.

Мощность (точнее мощность охлаждения) кондиционера является главной его характеристикой, от неё зависит на какой объем помещения он рассчитан. Для ориентировочных расчетов берется 1 кВт на 10 м2 при высоте потолков 2,8 – 3 м (в соответствии со СНиП 2.04.05-86 "Отопление, вентиляция и кондиционирование").

Для расчета теплопритоков данного помещения использована упрощенная методика:

Q=S·h·q (4.8)

где: Q – Теплопритоки

S – Площадь помещения

h – Высота помещения

q – Коэффициент равный 30-40 вт/м3 (в данном случае 35 вт/м3)

Для помещения 15 м2 и высотой 3 м теплопритоки будут составлять:

Q=15·3·35=1575 вт

Кроме этого следует учитывать тепловыделение от оргтехники и людей, считается (в соответствии со СНиП 2.04.05-86 "Отопление, вентиляция и кондиционирование") что в спокойном состоянии человек выделяет 0,1 кВт тепла, компьютер или копировальный аппарат 0,3 кВт, прибавив эти значения к общим теплопритокам можно получить необходимую мощность охлаждения.

Qдоп=(H·Sопер)+(С·Sкомп)+(P·Sпринт) (4.9)

где: Qдоп – Сумма дополнительных теплопритоков

C – Тепловыделение компьютера

H – Тепловыделение оператора

D – Тепловыделение принтера

Sкомп – Количество рабочих станций

Sпринт – Количество принтеров

Sопер – Количество операторов

Дополнительные теплопритоки помещения составят:

Qдоп1=(0,1·2)+(0,3·2)+(0,3·1)=1,1(кВт)

Итого сумма теплопритоков равна:

Qобщ1=1575+1100=2675 (Вт)

В соответствии с данными расчетами необходимо выбрать целесообразную мощность и количество кондиционеров.

Для помещения, для которого ведется расчет, следует использовать кондиционеры с номинальной мощностью 3,0 кВт.

**4.6 Расчет уровня шума**

Одним из неблагоприятных факторов производственной среды в ИВЦ является высокий уровень шума, создаваемый печатными устройствами, оборудованием для кондиционирования воздуха, вентиляторами систем охлаждения в самих ЭВМ.

Для решения вопросов о необходимости и целесообразности снижения шума необходимо знать уровни шума на рабочем месте оператора.

Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников:

∑L = 10·lg (Li∙n), (4.10)

где Li – уровень звукового давления i-го источника шума;

n – количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравнивается с допустимым значением уровня шума для данного рабочего места. Если результаты расчета выше допустимого значения уровня шума, то необходимы специальные меры по снижению шума. К ним относятся: облицовка стен и потолка зала звукопоглощающими материалами, снижение шума в источнике, правильная планировка оборудования и рациональная организация рабочего места оператора.

Уровни звукового давления источников шума, действующих на оператора на его рабочем месте представлены в табл. 4.6.

Обычно рабочее место оператора оснащено следующим оборудованием: винчестер в системном блоке, вентилятор(ы) систем охлаждения ПК, монитор, клавиатура, принтер и сканер.

Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу (4.4) , получим:

∑L=10·lg(104+104,5+101,7+101+104,5+104,2)=49,5 дБ

Таблица 4.6 - Уровни звукового давления различных источников

|  |  |
| --- | --- |
| Источник шума | Уровень шума, дБ |
| Жесткий диск | 40 |
| Вентилятор | 45 |
| Монитор | 17 |
| Клавиатура | 10 |
| Принтер | 45 |
| Сканер | 42 |

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места оператора, равный 65 дБ (ГОСТ 12.1.003-83). И если учесть, что вряд ли такие периферийные устройства как сканер и принтер будут использоваться одновременно, то эта цифра будет еще ниже. Кроме того при работе принтера непосредственное присутствие оператора необязательно, т.к. принтер снабжен механизмом автоподачи листов.

**ВЫВОДЫ**

В процессе выполнения дипломной работы были рассмотрены теоретические вопросы работы видеотерминальных устройств, которые широко используются как в промышленности, так и в быту.

В первом разделе рассматриваются вопросы принципа действия видеотерминальных устройств на различных компонентах: ЭЛТ, жидкокристаллический монитор и др. Производится анализ технических характеристик различных видов видеотерминальных устройств, описываются их достоинства и недостатки.

Во втором разделе производится усовершенствование видеотерминального устройства путем введения дополнительной схемы автоматической регулировки яркости и рассматриваются вопросы принципа действия фоторезисторов, на основе которых разработана схема.

В третьем разделе производится технико-экономическое обоснование усовершенствования.

В последнем разделе выполняется расчет вентиляции, освещенности, уровня шума на рабочем месте оператора. Рассчитанные значения соответствуют нормам.

**ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК**

1. Соломенчук В., Соломенчук П. Железо ПК 2010- Петербург, 2010, 448 с.

2. Айден, Фибельман, Крамер. Аппаратные средства РС. Энциклопедия аппаратных ресурсов персональных компьютеров. "BHV-СПБ", Санкт-Петербург,2006.

3. Мушкетов Р. Обзор возможных неисправностей ПК (2010) – К., 2010, 248с.

4. Стивен Симрин. Библия DOS,"Impuls Software".

5. Михаил Гук. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. "Питер",сП-Б - М.,Харьков, Минск, 2000.

 6. Скотт Мюллер. Модернизация и ремонт персональных компьютеров. "БИНОМ", М., 2010.- 414с.

7.Пономарев В.. НЕТБУК: выбор, эксплуатация, модернизация- БХВ-Петербург, 2009 – 432с.

8. Косцов А., Косцов В.Железо ПК. Настольная книга пользователя – М, Мартин, 2010, 475с.

9. А. Пилгрим. Персональный компьютер. Книга 2. Модернизация и ремонт. BHV, Дюссельдорф,Киев,М., сПБ,1999.

10. Персональный компьютер. Книга 3. "Питер пресс", Дюссельдорф, Киев, М., СПб, 1999.

11. В. П. Леонтьев. Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2003. "ОЛМА-ПРЕСС, М., 2003.

12. Ю.М. Платонов, Ю. Г. Уткин. Диагностика, ремонт и профилактика персональных компьютеров. М.,”Горячая линия-Телеком”, 2009.

13. Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев "Защита электронных средств от воздействия статического электричества" – М.: ИД "Технологии", 2005.

14. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда: Учебник – Львов, Афиша, 2008 – 351с.

15. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебн.пособие – М., Высшая школа, 1989 – 319с.

16. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.

17. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.

18. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов;

Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.

19. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.

20.Методичні вказівки до виконання дипломної роботи для учнів спеціальності «Оператор комп’ютерного набору; оператор комп’ютерної верстки»/ Упоряд.: Д.О. Дяченко, К.О. Ізмалкова, О.Г. Меркулова. – Сєверодонецьк: СВПУ, 2007. – 40 с.

21.Сергей Симонович, Георгий Евсеев Компьютер и уход за ним - К., Узгода, 2008 – 452с.

22. Орлов В.С. Материнская плата – М., НАУКА, 2008 – 352с.

23. Как разогнать процессор (Видеокурс)- 2010, 37,52 Мб [Видео]

24. Скотт Мюллер Модернизация и ремонт ПК. 16-е изд., - М., Вильямс, 2010 – 669с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Рисунок 1 - Основные конструкционные узлы кинескопа

Рисунок 2 - Отклоняющая система кинескопа

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Рисунок 3- Схематическое представление движения электронного луча

Рисунок 4 - Сочетание цветов RGB

Рисунок 5 - ЭЛТ с теневой маской

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

Рисунок 6 - Шаг точек (dot pitch)

Рисунок 7 - ЭЛТ с апертурной решеткой

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Рисунок 8 - Строение LCD-монитора

Рисунок 9 - Действие LCD при отсутствии электрического поля

Рисунок 10 - Действие LCD при наличии электрического поля

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

Рисунок 11 - Строение пикселя на основе TFT

Рисунок 12 - Строение пикселя плазменного дисплея

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

Таблица 1.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сокращение | Полное название | Разрешение |
| WHUXGA | Wide Hex Ultra Extended Graphics Array | 7680 x 4800 |
| HUXGA | Hex Ultra Extended Graphics Array | 6400 x 4800 |
| WHSXGA | Wide Hex Super Extended Graphics Array | 6400 x 4096 |
| HSXGA | Hex Super Extended Graphics Array | 5120 x 4096 |
| WQUXGA | Wide Quad Ultra Extended Graphics Array | 3840 x 2400 |
| QUXGA | Quad Ultra Extended Graphics Array | 3200 x 2400 |
| WQSXGA | Wide Quad Super Extended Graphics Array | 3200 x 2048 |
| QSXGA | Quad Super Extended Graphics Array | 2560 x 2048 |
| QXGA | Quad Extended Graphics Array | 2048 x 1536 |
| WUXGA | Wide Ultra Extended Graphics Array | 1920 x 1200 |
| UXGA | Ultra Extended Graphics Array | 1600 x 1200 |
| WSXGA+ | Wide Super Extended Graphics Array+ | 1680 x 1050 |
| SXGA+ | Super Extended Graphics Array+ | 1400 x 1050 |
| WSXGA | Wide Super Extended Graphics Array | 1600 x 1024 |
| SXGA | Super Extended Graphics Array | 1280 x 1024 |
| WXGA | Wide Extended Graphics Array | 1366 x 768 |
| XGA | Extended Graphics Array | 1024 x 768 |
| SVGA | Super Video Graphics Array | 800 x 600 |
| WVGA | Wide Video Graphics Array | 852 x 480 (858 x 484) |
| VGA | Video Graphics Array | 640 x 480 |
| EGA | Enhanced Graphics Adaptor | 640 x 350 |
| QVGA | Quarter Video Graphics Array | 320 x 240 |
| CGA | Color Graphics Adaptor | 320 x 200 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**

Таблица 1.2 – Сравнительная характеристика мониторов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ЖК-мониторы** | **ЭЛТ-мониторы** |
| **Яркость** | от 170 до 250 Кд/м 2 | от 80 до 120 Кд/м 2 |
| **Контрастность** | от 200:1 до 400:1 | от 350:1 до 700:1 |
| **Угол обзора** (по контрасту) | от 110 до 170 градусов | свыше 150 градусов |
| **Угол обзора** (по цвету) | от 50 до 125 градусов | свыше 120 градусов |
| **Разрешение** | Одно разрешение с фиксированным размером пикселей. Оптимально можно использовать только в этом разрешении; в зависимости от поддерживаемых функций расширения или компрессии можно использовать более высокое или более низкое разрешение, но они не оптимальны. | Поддерживаются различные разрешения. При всех поддерживаемых разрешениях монитор можно использовать оптимальным образом. Ограничение накладывается только приемлемостью частоты регенерации. |
| **Частота вертикальной развертки** | Оптимальная частота 60 Гц, чего достаточно для отсутствия мерцания | Только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание |
| **Ошибки совмещения цветов** | нет | от 0.0079 до 0.0118 дюйма (0.20 - 0.30 мм) |
| **Фокусировка** | очень хорошая | от удовлетворительной до очень хорошей |
| **Геометрические/ линейные искажения** | нет | возможны |
| **Неработающие пиксели** | до 8 | нет |
| **Входной сигнал** | аналоговый или цифровой | только аналоговый |
| **Масштабирование при разных разрешениях** | отсутствует или используются методы интерполяции, не требующие больших накладных расходов | очень хорошее |
| **Точность отображения цвета** | Поддерживается True Color и имитируется требуемая цветовая температура | Поддерживается True Color и при этом на рынке имеется масса устройств калибровки цвета, что является несомненным плюсом |
| **Гамма-коррекция** (подстройка цвета под особенности человеческого зрения) | удовлетворительная | фотореалистичная |
| **Однородность** | часто изображение ярче по краям | часто изображение ярче в центре |
| **Чистота цвета/качество цвета** | хорошее | высокое |
| **Мерцание** | нет | незаметно на частоте выше 85 Гц |
| **Время инерции** | от 20 до 30 мсек. | пренебрежительно мало |
| **Формирование изображения** | Изображение формируется пикселями, число которых зависят только от конкретного разрешения LCD панели. Шаг пикселей зависит только от размера самих пикселей, но не от расстояния между ними. Каждый пиксель формируется индивидуально, что обеспечивает великолепную фокусировку, ясность и четкость. Изображение получается более целостным и гладким | Пиксели формируются группой точек (триады) или полосок. Шаг точки или линии зависит от расстояния между точками или линиями одного цвета. В результате четкость и ясность изображения сильно зависит от размера шага точки или шага линии и от качества ЭЛТ |
| **Энергопотребление и излучения** | Практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70% ниже, чем у стандартных CRT мониторов (от 25 до 40 Вт). | Всегда присутствует электромагнитное излучение, однако их уровень зависит от того, соответствует ли ЭЛТ какому-либо стандарту безопасности. Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 60 - 150 Вт. |
| **Размеры/вес** | плоский дизайн, малый вес | тяжелая конструкция, занимает много места |
| **Интерфейс монитора** | Цифровой интерфейс, однако, большинство LCD мониторов имеют встроенный аналоговый интерфейс для подключения к наиболее распространенным аналоговым выходам видеоадаптеров | Аналоговый интерфейс |

**ПРИЛОЖЕНИЕ М**

Рисунок 13 - Схема пространственного восприятия

Рисунок 14 - Стерео – зоны

**ПРИЛОЖЕНИЕ Н**

Рисунок 15 - Вывод стереоизображения на дисплей

Рисунок 16 - Дисплей Perspecta Spatial 3D показывает изображение сердца

**ПРИЛОЖЕНИЕ О**

Рисунок 17 - Молекула сахара, показанная с помощью Perspecta Spatial 3D

Рисунок 18 - Голографическое оборудование, разработанное учеными

Университета Южной Калифорнии

**ПРИЛОЖЕНИЕ П**

Рисунок 19 - Видеотерминал с последовательным вводом данных (Фрагмент)

Рисунок 20 – Схема дисплея на ЭЛТ

Рисунок 21 – Светодиодное видеотерминальное устройство

(блок управления)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Р**

Рисунок 22 - Функциональная схема цветного CRT-монитора

Рисунок 23 - Временные диаграммы работы монитора