

УДК 621.37.46

МЕТОДИКА И ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОДИСПЛЕЙНОГО МОДУЛЯ ВИДЕОПРОЕКЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ПЕРСОНАЛЬНОГО ТИПА

А.С. МОХАММЕД, Е.В. МУХА, А.А. СТЕПАНОВ, А.В. ПАСЫНКОВ, А.Г. СМИРНОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 31 марта 2014

Представлены методика и программно-аппаратный комплекс функционального контроля микродисплейного модуля видеопроекционного устройства персонального типа. Основным звеном комплекса является формирователь видеоизображения (генератор испытательных сигналов) Video Pattern Generator VPG 170, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными параметрами и характеристиками. В качестве микродисплейного модуля использовали либо активно-матричный SVGA микродисплей, выполненный по LCOS-технологии, либо тестовый модуль светоизлучающего типа на основе Шоттки структуры нанопористый кремний/Al, контроль функционирования которых осуществляется визуально. Разработана специальная оптическая система, включающая поляризационный куб с антиотражающими и антибликовыми покрытиями, светодиодную подсветку по RGB составляющим, управляемую контроллером. Управление генератором испытательных сигналов VPG 170 осуществляется с помощью специально разработанного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере с операционной системой Windows XP.

Ключевые слова: видеопроекционное устройство, устройства отображения информации, микродисплей, контроль функционирования.

Введение

Дисплей – это устройство, отображающее изменяющуюся текстовую, графическую или видео информацию. Поскольку в современном мире основной поток информации человек получает через электронные средства коммуникации, то именно дисплей является главным связующим звеном между ними и человеком (оператором).

Ежегодно в мире производятся миллиарды дисплеев, которые подразделяются на множество типов, видов и подвидов, связанных с особенностями их конструкций, технологий и применения (см. рис. 1). Как следует из рисунка, наиболее очевидно различие дисплеев по размеру, однако их классификацию корректнее проводить не по размеру, а по связанным с ним и назначением дисплея параметрам, называемым дистанцией наблюдения D , разрешающей способности M и линейным размером элемента отображения (пикселя) A . Оптимальная дистанция наблюдения – это расстояние, с которого человек видит на дисплее четкое, но не дискретное изображение, для полноценного просмотра которого ему не надо напрягать зрение или вращать головой (комфортным считается движение глаза в пределах 24° по вертикали и горизонтали, т.е. 34° по диагонали). Оптимальная дистанция наблюдения связана с особенностями человеческого зрения: человеческий глаз перестает различать отдельные точки изображения, которые расположены на расстоянии меньше угловой минуты. Если дистанция наблюдения больше оптимальной, то пиксели сливаются, изображение размывается и информационная способность дисплея падает, а если дистанция наблюдения меньше оптимальной, то становится видна дискретная пиксельная структура. Соответственно, для

нормальной остроты зрения, дистанция наблюдения D выражается формулой $D = 3500 A$, где A – линейный размер пикселя.

С учетом этой зависимости на рис. 1 классифицированы различные типы дисплейных устройств в зависимости от оптимальной дистанции их наблюдения, геометрических размеров каждого пикселя и разрешающей способности дисплея в мегапикселях.

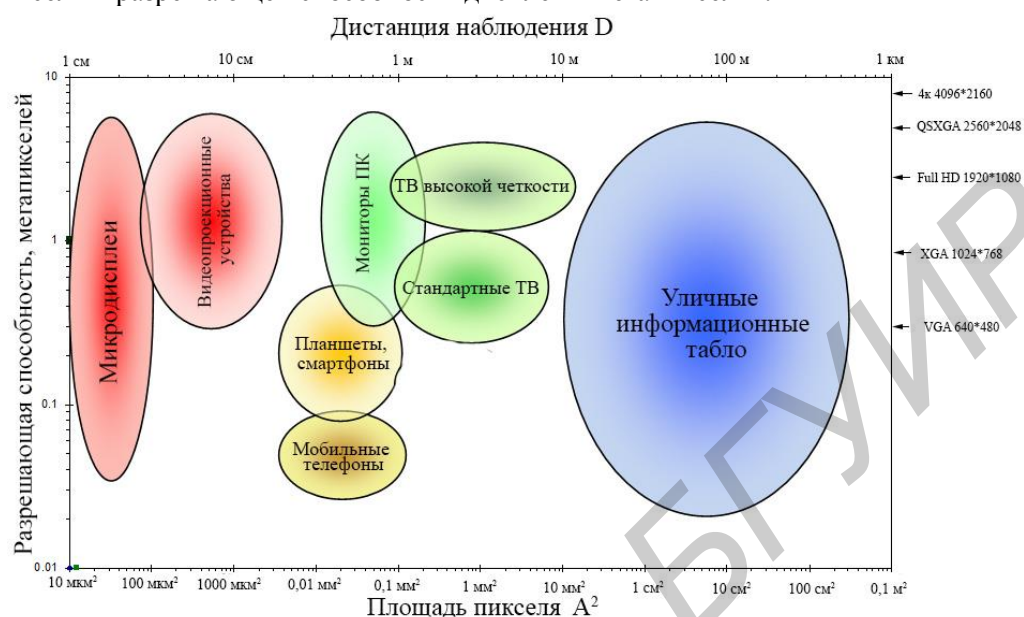


Рис. 1. Классификация дисплеев

Особый интерес представляют микроминиатюрные дисплеи или микродисплеи [1]. Дистанция наблюдения в микродисплеях обычно не превышает нескольких сантиметров, а сами они зачастую выглядят как уменьшенные копии «больших дисплеев». Микродисплеи могут использоваться как в проекционных системах группового типа, так и в персональных видеопроекторных системах, формирующих мнимое (виртуальное) изображение.



Рис. 2. Структура и внешний вид микродисплея

В таблице приведены конструктивно-технологические варианты и основные параметры микродисплеев, освоенных промышленностью в настоящее время. Как видно из приведенных данных, ни один из рассмотренных вариантов не отвечает всей совокупности требований.

Основной акцент в данной работе сделан на исследовании микродисплеев отражательного типа, выполненных по наиболее распространенной в настоящее время технологии LCOS (Liquid Crystal on Silicon) (рис. 2), и микродисплеях светоизлучающего типа LED (Light Emitting Diode) [2, 3].

Конструктивно-технологические варианты микродисплеев

Технология	LCOS	OLED	μLED	DLP	LBS	Por-Si LED
Эффективность	средняя	низкая	высокая	низкая	низкая	не высокая
Яркость свечения	3000 кд/м ² (полноцветная) ~104 кд/м ² (зеленый)	1500 кд/м ² (полноцветная) ~10 ³ кд/м ² (желтый)	~10 ⁵ кд/м ² (полноцветная) ~10 ⁷ кд/м ² (синий/зеленый)	~1000 кд/м ² (полноцветная)	~1000 кд/м ² (полноцветная)	~100 кд/м ²
Контраст	200:1	очень высокий > 10000:1	очень высокий > 10000:1	высокий	высокий	очень высокий >1000:1
Время отклика	мс	мкс	нс	мс	мс	нс
Рабочая температура	0...60 °С (требуется нагрев)	-50...70 °С	-100...70 °С	не определена	не определена	-100...80 °С
Ударостойкость	низкая	средняя	высокая	средняя	средняя	высокая
Время жизни	среднее	среднее	длительное	среднее	короткое	длительное
Стоимость	низкая	низкая	низкая	высокая	высокая	низкая

Методика и программно-аппаратный комплекс для функционального контроля микродисплеев

Структурная схема и внешний вид программно-аппаратного комплекса для контроля функционирования микродисплейных устройств, состоящего из ряда узлов, соединенных между собой различными интерфейсами, представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

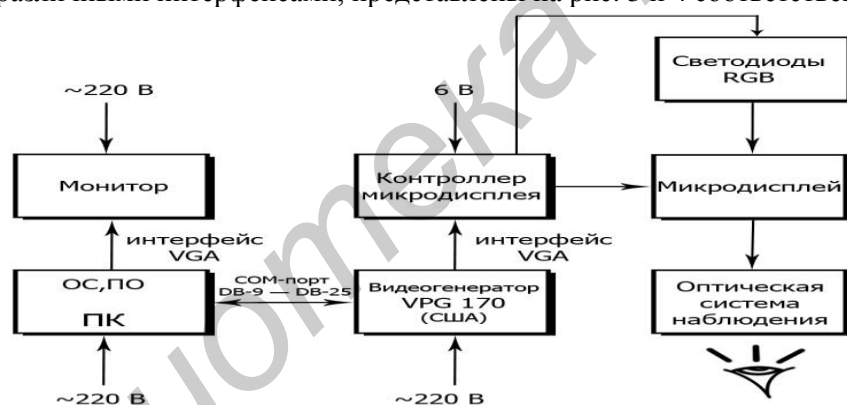


Рис. 3. Структурная схема программно-аппаратного комплекса контроля функционирования видеопроjectionного устройства

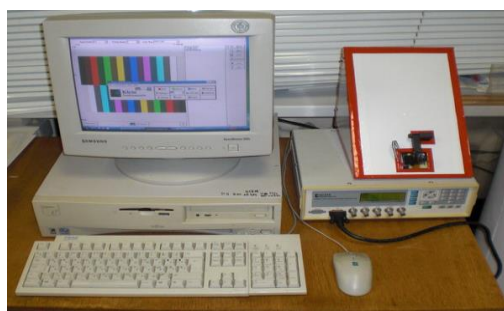


Рис. 4. Внешний вид программно-аппаратного комплекса

Основным звеном комплекса является генератор испытательных сигналов Video Pattern Generator типа VPG 170 производства компании KLEIN Instruments (США), выполняющий функции формирователя видеоизображений, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными характеристиками (рис. 5). Оптический модуль, внешний вид которого показан на рисунке 6, предназначен для визуального контроля функционирования

исследуемого микродисплея и включает линзовую систему, поляризационный куб со светоотражающими покрытиями, светодиодную подсветку по трем составляющим – RGB, – напряжение на которые подается с контроллера в строго синхронизированном порядке.

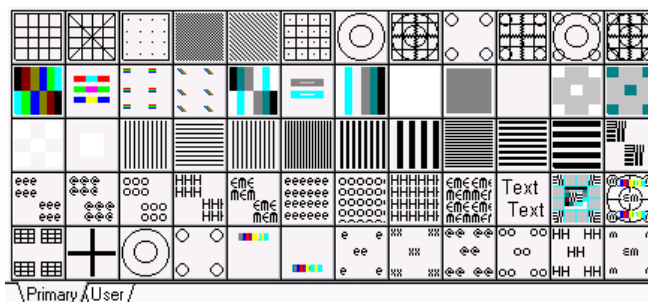


Рис. 5. Диалоговое окно для выбора тестового изображения



Рис. 6. Внешний вид оптического модуля

При разработке и отладке комплекса в качестве контрольного микродисплейного устройства мы использовали активно-матричный микродисплей типа DC 28 SVGA разрешения производства американской компании MicroDisplay.

Испытываемый микродисплей через корпус типа BGA (Ball Grid Array) и шлейф типа DC Flex Cable 12 подключен к контроллеру ЕК4, который связан с генератором испытательных сигналов через VGA интерфейс (рис. 7). Входящие в его состав микроконтроллеры А220/А221 – это высокоинтегрированные большие интегральные схемы (БИС), которые поддерживают управление цветными микродисплейными устройствами. Они предназначены для приема цифрового видеосигнала в формате BT656 и преобразования его в аналоговый RGB сигнал для микродисплея. Микродисплеи получают три различных видеосигнала – по красному, зеленому и синему каналам. Вдобавок, для корректной работы также необходимы строчный и кадровый синхросигналы. Контроллеры А220/А221 содержат по три 8-битных ЦАП, видеоусилитель и одну схему 5-вольтовой зарядки для аккумулятора микродисплея, имеют встроенную функцию преобразования YCbCr в RGB, а также горизонтального и вертикального масштабирования. Контроллер А220 поддерживает 3-проводной последовательный интерфейс, а А221 поддерживает 2- и 3-проводной последовательный интерфейс. Кроме того, контроллер А221 дополнительно содержит широтно-импульсный модулятор управления яркостью подсветки.

Предусмотрено также управление генератором тестовых сигналов VPG 170 с помощью специально разработанного программного обеспечения, которое установлено на персональный компьютер, работающий под операционной системой Windows XP.



Рис. 7. Внешний вид контроллера ЕК4

Методика проведения визуального функционального контроля

Общий принцип использования комплекса и генератора испытательных сигналов VPG можно вкратце описать следующим образом: генератор используется для всех типов микродисплеев, подключается по интерфейсу VGA- или BNC-коаксиальным кабелям и подает тестовые изображения с различными характеристиками на испытываемый микродисплей. Генератор испытательных сигналов, в свою очередь, контролируется с помощью программного обеспечения, установленного на персональном компьютере, и обладает возможностями создания новых изображений и хранением данных измерений.

Заключение

Разработан простой и эффективный метод и программно-аппаратный комплекс функционального контроля микродисплейного модуля видеопроекционного устройства персонального типа. Основным звеном комплекса является формирователь видеоизображения VPG 170, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными параметрами и характеристиками. В качестве микродисплейного модуля использован либо активно-матричный SVGA микродисплей, выполненный по LCOS-технологии, либо тестовый модуль светоизлучающего типа, контроль функционирования которых осуществляется визуально. Комплекс включает также специальную оптическую систему с поляризационным кубом и светодиодной RGB подсветкой, управляемой контроллером ЕК4. Управление генератором испытательных сигналов VPG 170 осуществляется с помощью специально разработанного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере с операционной системой Windows XP.

HARD/SOFTWARE FUNCTIONAL CONTROL METHOD OF MICRODISPLAY MODULES FOR PERSONAL VIDEO-PROJECTION SYSTEMS

A.S. MOHAMMED, E.V. MUKHA, A.A. STSIAPANAU, A.V. PASYNKOV, A.G. SMIRNOV

Abstract

The hard- and software functional control method of microdisplay modules for personal videoprojection systems is presented. The basic components comprise of an active matrix SVGA LCOS microdisplay or a LED microdisplay based on Schottky diodes nanoporous silicon-nanostructured aluminium, a Video Pattern Generator VPG 170 which generates test images with different parameters and characteristics. It's included also the specialized optical system containing a polarizing cube with antiglare coatings and RGB backlit system. The control of the generator test signals is accomplished using a specially developed software installed in a PC using Windows XP operating system.

Список литературы

1. *Smirnov A., Mohammed Abubakar Saddiq* // Матер. 19-го междунар. симпозиума «Перспективные технологии дисплеев и полупроводниковой осветительной техники. Логойск, 2011 г. С. 170–182
2. *Smirnov A., Stsiapanau A., Mohammed A.S. et. al.* // Proc. SID Symposium «Display Week-2011». Los-Angeles, May 2011. P. 1385–1387
3. *Войтенков С., Саддик Мохаммед А., Мусаев С. и др.* // Abstracts of 19th Advanced Display Technologies int. Symp. ADLT-2011. Logoisk, February 2011. P. 15.